

---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
**Robin Mosig**

**Hyperrealismus im Kino.  
Die Zukunft von HFR 3D und weiterer  
Technologien am Beispiel der Filmpro-  
duktion „Der Hobbit“**

2013

---

# **BACHELORARBEIT**

---

**Hyperrealismus im Kino.  
Die Zukunft von HFR 3D und weiterer  
Technologien am Beispiel der Filmpro-  
duktion „Der Hobbit“**

Autor:  
**Herr Robin Mosig**

Studiengang:  
**Medientechnik**

Seminargruppe:  
**MT10wF-b**

Erstprüfer:  
**Herr Prof. Dr.-Ing. Rainer Zschockelt**

Zweitprüfer:  
**Frau Constanze Hundt B.Eng. / M.A.**

Einreichung:  
Lengerich, 22.07.2013

---

# **BACHELOR THESIS**

---

## **Hyper-realism in the cinema. The future of HFR 3D and another technologies on an example of the film "The Hobbit"**

author:  
**Mr. Robin Mosig**

course of studies:  
**Media Engineering**

seminar group:  
**MT10wF-b**

first examiner:  
**Mr. Prof. Dr.-Ing Rainer Zschockelt**

second examiner:  
**Mrs. Constanze Hundt B.Eng. / M.A.**

submission:  
Lengerich, 22.07.2013

## Bibliografische Angaben:

Mosig, Robin

### **Hyperrealismus im Kino. Die Zukunft von HFR 3D und weiterer Technologien am Beispiel der Filmproduktion „Der Hobbit“**

Hyper-realism in the cinema. The future of HFR 3D and another technologies on an example of the film "The Hobbit"

2013 - 69 Seiten

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), University of Applied Sciences,

Fakultät Medien, Bachelorarbeit 2013

## **Abstract**

In dieser Arbeit geht es um ein aktuelles Thema, welches zur Zeit auf große Kritik stößt. Der neue Spielfilm von Regisseur Peter Jackson wurde erstmals in 3D und einer höheren Bildfrequenz von 48 Bildern in der Sekunde produziert. In dieser Arbeit soll ermittelt werden, wie es zu dieser Entscheidung kam, und wie der Film zu einem großen Gesprächsthema bei Kritikern, Wissenschaftlern und Kinozuschauern wurde.

Die Arbeit ermittelt wissenschaftlich die Vor- und Nachteile von HFR 3D und kommt zum Vorschlag einer Lösung des Problems. Danach stellt sich die Frage, wie Kino in der Zukunft aussehen könnte.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract.....</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>VI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 HFR 3D.....</b>	<b>2</b>
2.1 Die Framerate.....	2
2.2 3D.....	4
2.2.1 Tiefenwahrnehmung.....	4
2.2.2 3D früher und heute.....	11
2.2.3 Mit „AVATAR“ zum 3D-Kult.....	19
<b>3 Die Produktion des Films „Der Hobbit“.....</b>	<b>22</b>
3.1 Die Intention des Regisseurs Peter Jackson.....	25
3.2 Zuschauerreaktionen .....	30
<b>4 Auswertung der Vor- und Nachteile.....</b>	<b>32</b>
4.1 Die Vorteile.....	33
4.2 Die Nachteile.....	34
4.3 Auswertung.....	36
<b>5 Zusammenfassung und Problemlösung.....</b>	<b>37</b>
<b>6 Die Zukunft.....</b>	<b>38</b>
<b>7 Fazit.....</b>	<b>40</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>X</b>
<b>Anlagen.....</b>	<b>XV</b>
<b>Eigenständigkeitserklärung.....</b>	<b>XXVII</b>

## Abkürzungsverzeichnis

*HFR*

High Frame Rate

CGI

Computer Generated Imagery

fps

frames per second

3D

dreidimensional

DCI

Digital Cinema Initiatives

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Laterna Magica.....	2
Abbildung 2: Klassifizierung der Tiefenwahrnehmung.....	5
Abbildung 3: Akkommodation der Augen.....	6
Abbildung 4: Tiefenwahrnehmung .....	6
Abbildung 5: Schatten.....	7
Abbildung 6: Größe .....	7
Abbildung 7: Relation und Entfernung.....	8
Abbildung 8: Höhe.....	8
Abbildung 9: Sehen mit unterschiedlichen Seitenkanten .....	9
Abbildung 10: Tuschezeichnung von Jacopo Chimenti da Empoli.....	11
Abbildung 11: Prinzip des Wheatstone Stereoskop.....	12
Abbildung 12: Kaiserpanorama.....	14
Abbildung 13: Anaglyphenbrille.....	15
Abbildung 14: Shuttertechnik, XpanD.....	18
Abbildung 15: The making of AVATAR.....	21
Abbildung 16: Performance-Capture-System.....	22
Abbildung 17: Peter Jackson mit einer RED EPIC am Set von "Der Hobbit" .....	24
Abbildung 18: Bewegungsunschärfe.....	26
Abbildung 19: „triple flashing“.....	26
Abbildung 20: „double flashing“.....	27
Abbildung 21: Vergence and focal distance with real stimuli and stimuli presented on conventional 3D displays.....	28

---

Abbildung 22: COACHELLA-FESTIVAL 2012, links Rapper Snoop Dogg und rechts der 1996 verstorbene Musiker Tupac .....	39
Abbildung 23: Methode des Tupac Auftritts.....	40

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Vor- und Nachteile von HFR-3D.....	36
---	----

# 1 Einleitung

*„Wenn ein 3D-Film so ist, als würde man durch ein Fenster sehen, haben wir [nunmehr] die Glasscheibe aus dem Fenster entfernt und blicken direkt auf die Realität.“*  
(James Cameron zu High-Frame-Rates Filmen)

Die Möglichkeiten, Menschen zu unterhalten, ist ein seit tausenden von Jahren wachsender Prozess, den jeder aus geschichtlichen Aufzeichnungen nachvollziehen kann. Dabei ist zu beobachten, dass durch neue Technologien die Quantität und Qualität der Unterhaltungsmöglichkeiten sich stetig verändert. Hierbei spielte die Entwicklung des Films eine maßgebliche Rolle. Um den Unterhaltungswert von Filmen noch zu steigern, wird bis heute weiterhin an Verbesserungen in der Filmtechnik gearbeitet.

Den stereoskopischen Effekt kannte man vor Beginn der Fotografie. In den Anfängen des Films wurde bereits versucht, dreidimensionale Bilder darzustellen. Viele Konsumenten waren von diesem neuen Seherlebnis begeistert. Doch 3D hat bis heute einige Schwächen, was auch die Filmemacher erkannten. Um einen besseren Eindruck des 3D-Materials sowie der realen Darstellung zu gewährleisten, wurde die Bildfrequenz von 24 Bildern in der Sekunde auf 48 Bilder erhöht. „Der Hobbit“ kam mit diesem sogenannten HFR-3D-System in die Kinos und erntete zunächst heftige Kritik.

Die Kapitel sind teils chronologisch gemäß dem Verlauf der Geschichte aufgebaut. Nach einer kurzen Erläuterung der Anfänge des Bewegtbildes geht Kapitel 2.2.1 auf die Tiefenwahrnehmung von 3D ein. Hier wird die Frage beantwortet, wie der Mensch dreidimensional sieht und welche Hinweisreize er dabei verarbeitet. Kapitel 2.2.2 befasst sich mit der Geschichte von 3D. Es werden historische Ereignisse aufgeführt und auf erste Aussagen zur Wahrnehmung von 3D in der damaligen Zeit eingegangen. Das Kapitel 2.2.3 (mit „AVATAR“ zum 3D-Kult) knüpft an die Entwicklung von 3D an und erklärt neue Möglichkeiten der Digitalisierung und dem daraus resultierenden 3D-Boom. Im Kapitel 3 (Die Produktion des Films „Der Hobbit“) wird kurz auf die Handlung eingegangen, es leitet dann über zu den Intentionen des Regisseurs Peter Jackson. Hier wird die Frage geklärt, warum sich der Regisseur für die Verwendung von HFR 3D entschieden hat. In Kapitel 3.2 soll anhand der Meinungen von Experten und Kritikern herausgefunden werden, wie Peter Jacksons Intentionen beim Publikum ankamen. In Kapitel 4 werden dann die Vor- und Nachteile zusammengefasst und interpretiert. Das Kapitel „Zukunft“ soll einen kleinen Ausblick geben. Das Fazit fasst nochmal die Gesamthematik und das Problem zusammen.

## 2 HFR 3D

In diesem Kapitel werden die Eigenschaften von HFR-3D analysiert und erläutert. Sie bestehen aus zwei Technologien. Stereoskopische Bildinhalte sind keine Erfindung des Informationszeitalters, sondern entstanden fast zeitgleich mit dem Bewegtbild. Dabei werden die Motive mittels zweier Kameras, die die Funktionen der Augen des Menschen übernehmen, aufgezeichnet und erzeugen so bei der Wiedergabe ein räumliches Erleben. HFR ist die Abkürzung von high frame rate. Die Technik beschreibt die Aufnahme und Wiedergabe eines Bewegtbildes mit einer höheren Bildfrequenz. HFR ist nicht auf eine Größe festgelegt, sodass auch die Bezeichnung higher frame rates verwendet werden kann.

### 2.1 Die Framerate

Filme bestehen im allgemeinen aus vielen einzelnen chemisch oder elektrisch erzeugten Bildern. Diese können sowohl auf einem elektronischen Schirm als auch einer Projektionsfläche sichtbar gemacht werden.<sup>1</sup> Erste Vorführungen gab es mit der Laterna Magica<sup>2</sup> im 17. Jahrhundert.



Abbildung 1: Laterna Magica<sup>3</sup>

<sup>1</sup> vgl. Thommes, 2008, S. 18

<sup>2</sup> **Meyers Konversationslexikon, 1988, S.540: Laterna magica** (lat., Zauberalaterne), ein von Kircher (»Ars magna lucis et umbrae«, 1646) erfundener Apparat, beruht auf der Eigenschaft der konvexen Linsen (s. d.), von einem um etwas mehr als die Brennweite entfernten Gegenstand jenseits ein vergrößertes Bild zu entwerfen, welches auf einem Schirm aufgefangen werden kann. Als Gegenstände für die m. Laterna magica dienen auf Glas [\* 4] ausgeführte durchscheinende Gemälde oder Photographien, welche von einer Lampenflamme hell beleuchtet werden.

<sup>3</sup> [http://www.planet-wissen.de/kultur\\_medien/kino/filmtricks/img/filmtricks\\_lm\\_interfoto\\_g.jpg](http://www.planet-wissen.de/kultur_medien/kino/filmtricks/img/filmtricks_lm_interfoto_g.jpg)

Die simpelste Art, bewegte Bilder darzustellen, ist das Daumenkino. Es besteht aus übereinander gelegten Zeichnungen oder Grafiken. Jedes einzelne Blatt stellt dabei eine zeitliche Veränderung des gezeigten Ereignisses dar. Dies kann zum Beispiel ein Punkt sein, der von rechts nach links springt. Jede einzelne Zeichnung zeigt den Punkt in einer anderen zeitlichen Phase zum vorherigen Bild.

Die hergestellte Ansammlung wird zeitlich korrekt in der Hand übereinandergelegt. Die andere Hand blättert nun die einzelnen Seiten ab. Aufgrund der Trägheit des Sehens ist das Auge nicht mehr in der Lage, die einzelnen Bilder zu erfassen, es entsteht der Eindruck einer Bewegung. Dieses Nachwirken eines optischen Reizes wird auch Phi-Effekt genannt.<sup>4</sup> Der Schwellwert liegt dabei bei 16 Bildern in der Sekunde, um eine flüssige, kontinuierliche Bewegung wahrzunehmen.<sup>5</sup> Es geht also um die Geschwindigkeit, die ein Mensch in der Sekunde an Einzelbildern sehen muss. In der Filmtechnik spricht man von der Bildfrequenz. Sie bezeichnet die aufgenommenen beziehungsweise wiedergegebenen Bilder pro Sekunde<sup>6</sup>.

Im Jahr 1872 wurden Zeichnungen erstmals von dem Franzosen Jules Marey und dem Amerikaner Eadweard Muybridge durch Fotografien ersetzt. Sie hielten Bewegungsabläufe von Tieren und Menschen fest und erstellten somit eine Serie von Bildern<sup>7</sup>. 1893 entwickelte William Kennedy Laurie Dickson eine Kamera, mit der sich Filme produzieren ließen.<sup>8</sup> 1895 präsentierten in Frankreich die Gebrüder Lumière den Cinematographen. In diesem Apparat waren die Funktionen der Kamera und der Projektion vereinigt.<sup>9</sup>

Mit Entstehung des Tonfilms und der daraus resultierenden Aufnahme von Bild und Ton stellte man fest, dass mit 24 Bildern in der Sekunde Bild und Ton die gerade noch akzeptable Synchronität gewährleisten. Der 24 Bilder pro Sekunde Standard ist bis heute die übliche Bildfrequenz in Kinos<sup>10</sup>. Da durch niedrigere Bildfrequenzen Flimmern entsteht, besitzen Kinoprojektoren eine Flügelblende. So wird jedes Bild doppelt oder dreifach projiziert. Diese Methode soll das „Flimmern“ beheben.<sup>11</sup> In Kapitel 3.1 wird darauf noch einmal ausführlich in Zusammenhang mit HFR-3D eingegangen. In den 80er Jahren gab es Versuche, durch Erhöhung der Bildfrequenz auf 60 Bilder in der Sekunde die Qualität der Aufnahmen zu steigern. Die Aufnahmen wurden auf einem

---

4 vgl. Meier, 2001, S. 29 Das kinematographische Verfahren in Robert Musils Erzählungen

5 vgl. Niegemann, Domagk, Hessel, Hein, 2008, S. 240

6 vgl. Jaklitsch, 2004, S. 270

7 vgl. Bostnar, 2009, S.127 Einführung in die Film und Fernsehwirtschaft S.127

8 ebd.

9 vgl. Schmidt, 2009, S. 6

10 vgl. Hahn, 2005, S. 10 Mit High Definition ins digitale Kino: Entwicklung und Konsequenzen

11 vgl. Tauer, 2010, S. 227 Stereo-3D



70mm-Film erstellt. Üblich waren damals Aufnahmen auf 35mm-Film.<sup>12</sup> Da in den Kinos jedoch eine Umstellung erforderlich war, brachte das neue System keinen Durchbruch, da diese Umstellung wegen des hohen Produktionsaufwandes zu kostspielig war. Mit höherer Anzahl an Bildern in der Sekunde benötigte man mehr Filmmaterial.

## 2.2 3D

In diesem Kapitel soll erläutert werden, welche Unterschiede und Klassifizierungen es im Sehen von dreidimensionalen Objekten gibt. Anschließend werden einige geschichtliche Ereignisse geschildert, welche die Entwicklung der Stereoskopie betreffen.

### 2.2.1 Tiefenwahrnehmung

Der Psychologe Wolfgang Metzger schrieb in einem Kapitel über das Tiefensehen mit zwei Augen in seinem 1953 veröffentlichtem Werk „Gesetze des Sehens“:

*„Von meinem Platz am Schreibtisch fällt mein Blick auf eine Landkarte, die an der gegenüberliegenden Wand hängt. Sie ist etwa 80 cm breit und anderthalb mal so hoch und füllt den Raum zwischen Heizkörper und Zimmerdecke fast aus. Das alles kann ich ohne weiteres sehen. Auch wenn ich die Größe nicht in gebräuchlichen Maßen zahlenmäßig angeben kann, so kann ich sie doch ohne weiteres auf einem Vergleichsding, einem Band oder Stab, abtragen, und dadurch auch den Zweifler überzeugen, dass ich sie wirklich sehe. Genau so gut kann ich aber auch sehen, dass die Karte zirka 2 ½ m weit weg, und dass sie nicht vor, sondern hinter der Heizung hängt.“*<sup>13</sup>

Die Reize, die bei einem Menschen in den Sinneszellen erfasst werden, sind optisch zweidimensional, werden jedoch als im Gehirn entstandene Information dreidimensional wahrgenommen.<sup>14</sup> Der Mensch ist zudem in der Lage, Räumlichkeit auch da festzustellen, wo sie gar nicht existiert, wie zum Beispiel auf einer Grafik oder auf dem Fernseh Bildschirm etc.<sup>15</sup> Die gesehenen Bilder enthalten also Hinweisreize, welche dem Menschen die Tiefenwahrnehmung ermöglichen.

Die Tiefenwahrnehmung wird durch verschiedene Hinweisreize dem Gehirn zugeführt. Diese Reize werden okulomotorische und visuelle Hinweisreize genannt.<sup>16</sup> Sie beruhen

---

<sup>12</sup> vgl. Lord, 2001 S. 244 The Manual of Museum Exhibitions und Kitter, Kohzer: Bildformate & Projektion URL: [http://www.kinokompodium.de/service\\_bild.htm](http://www.kinokompodium.de/service_bild.htm) Stand: 11.07.2013

<sup>13</sup> Metzger, 1953, S. 235

<sup>14</sup> vgl. Jakob, Unsere Vorstellung ist «nur» zweidimensional, URL: [http://www.uniaktuell.unibe.ch/content/geistgesellschaft/2010/unsere\\_vorstellung\\_ist\\_nur\\_zweidimensional/index\\_ger.html](http://www.uniaktuell.unibe.ch/content/geistgesellschaft/2010/unsere_vorstellung_ist_nur_zweidimensional/index_ger.html) Stand: 10.07.2013

<sup>15</sup> vgl. Kebeck, 1997, S. 60

<sup>16</sup> vgl. Holte, 2010, S.9 Einsatzmöglichkeiten der virtuellen Realität im Produktlebenszyklus

auf der Fähigkeit, die Position und andererseits die Spannung der Augenmuskeln empfinden zu können und werden in Konvergenz (äußere Augenmuskeln) und Akkommodation (innere Augenmuskeln) klassifiziert (vgl. Abbildung 2).

Okulomotorische	Visuelle		
	Monokulare		Binokulare
	<i>Bildhafte</i>	<i>Bewegungsinduzierte</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verdeckung</li> <li>▪ Größe</li> <li>▪ Höhe</li> <li>▪ Lineare Perspektive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bewegungsparallaxe</li> <li>▪ Verdeckung und Aufdeckung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Binokulare Disparität</li> </ul>

Abbildung 2: Klassifizierung der Tiefenwahrnehmung. <sup>17</sup>

## Konvergenz

Die Konvergenz beschreibt die Spannung der Augenmuskulatur.<sup>18</sup> Diese kann in einem Selbstversuch nachempfunden werden. Nähert man den Zeigefinger hin zur Nase, erzeugt dies eine gewisse Spannung im Auge. Das Auge konvergiert. Zieht man den Finger von dem Auge zurück, so entspannt sich die Muskulatur und das Auge divergiert. Das Gehirn ist also in der Lage, diese zwei verschiedenen Signale zu verarbeiten. Eine Anspannung der Augen wird als Nähe und eine Entspannung als Tiefe interpretiert.<sup>19</sup>

## Akkommodation

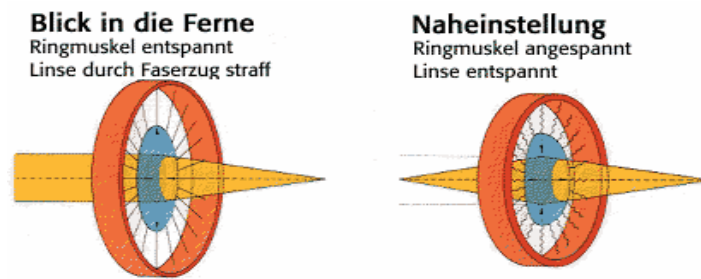
Ein weiterer okulomotorischer Hinweisreiz ist die Akkommodation. Hier besteht ebenfalls ein Zusammenhang zwischen der Entfernung eines Gegenstandes vom Auge und der empfundenen, aber unbewusst bleibenden Wölbung der Augenlinse. Dadurch ist das Auge in der Lage, Gegenstände in unterschiedlichen Entfernungen scharf zu sehen.<sup>20</sup>

<sup>17</sup> <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/05-vab2011-hk-tiefe.pdf>

<sup>18</sup> vgl. Pollmann, 2008, S. 51, Allgemeine Psychologie

<sup>19</sup> ebd.

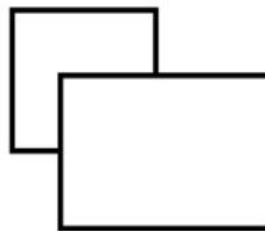
<sup>20</sup> vgl. Dück, 2001, S. 122 Der Raum und seine Wahrnehmung

Abbildung 3: Akkommodation der Augen <sup>21</sup>

Okulomotorische Hinweisreize setzen sich also aus einem Zusammenhang zwischen Entfernung und Veränderung eines gesehenen Gegenstandes zusammen und sind somit physiologischer Natur. Visuelle Hinweise beruhen dagegen auf dem vom Menschen Gesehenen. Sie finden wiederum eine Unterteilung in monokulare und binokulare Signale. Die monokularen Hinweise sind unterteilt in bildhafte und bewegungsinduzierte (vgl. Abbildung 2).

### Verdeckung

Auf Abbildung 4 ist die Verdeckung beispielhaft zu sehen. Dabei werden Elemente, die vor anderen liegen, als räumlich näher zum Betrachter eingeordnet. Verdeckte Elemente befinden sich demnach immer weiter im Hintergrund. Allerdings werden keine sinnesphysiologischen Hinweise darüber gegeben, wie weit von einander entfernt sich die Objekte befinden.<sup>22</sup>

Abbildung 4: Tiefenwahrnehmung <sup>23</sup>

<sup>21</sup> <http://www.augen.de/infos-fuer-patienten/der-aufbau-des-menschlichen-auges/wie-funktioniert-die-akkommodation-des-auges/>

<sup>22</sup> vgl. Koesling: Tiefenwahrnehmung, Stereosehen URL: <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/05-vab2011-hk-tiefe.pdf> Stand: 27.06.2013 und Hecht, Desnizza, 2012 S. 110 Psychologie als empirische Wissenschaft: Essentielle

<sup>23</sup> <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/05-vab2011-hk-tiefe.pdf>

## Schatten

Schatten haben einen sehr großen Einfluss auf die Tiefenwahrnehmung. Hierdurch werden Erhöhungen oder Vertiefungen wahrgenommen, die jedoch nur als solche erkannt werden, wenn wir wissen, aus welcher Richtung das Licht fällt.<sup>24</sup>

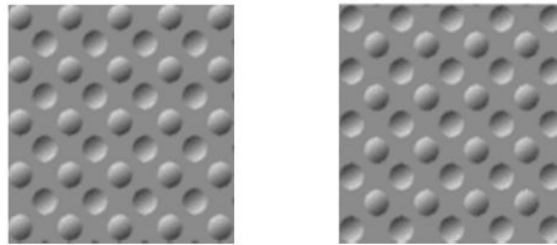


Abbildung 5: Schatten<sup>25</sup>

In dem in Abbildung 5 gezeigten Beispiel sieht man je nachdem, woher das Licht kommt, Vertiefungen oder Erhöhungen unterschiedlich.

## Größe

Auch die Größe gibt Hinweise auf die räumliche Anordnung. Je größer ein Objekt erscheint, desto eher nimmt man an, dass es näher zum Betrachter liegt. Der Mensch kennt von vielen Gegenständen ihre Größe. Zumal ist die Größe eines Menschen bekannt. Trifft das Bild einer entfernten Person sehr klein auf die Netzhaut, erkennt das Gehirn, dass sich das Objekt weit entfernt befinden muss. Trifft jedoch das Bild der Person nah auf die Netzhaut, so wird sie als nahes Objekt erkannt.<sup>26</sup>

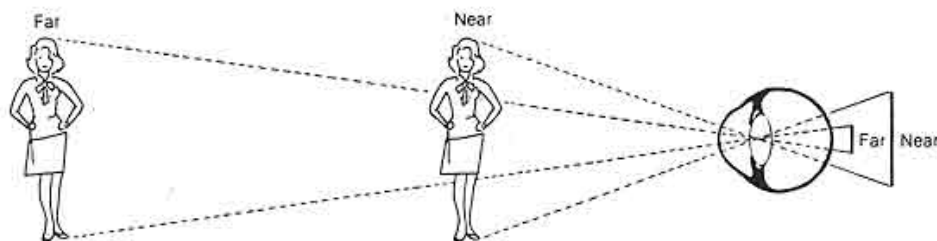


Abbildung 6: Größe<sup>27</sup>

<sup>24</sup> vgl. Koesling: Tiefenwahrnehmung, Stereosehen URL: <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/05-vab2011-hk-tiefe.pdf> Stand: 27.06.2013 und Mayer, 2005, S. 45 Einführung in die Wahrnehmungs-, Lern- und Werbe-Psychologie

<sup>25</sup> [http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2010/05-vab2010-hk-tiefe\\_1.pdf](http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2010/05-vab2010-hk-tiefe_1.pdf)

<sup>26</sup> vgl. Funke: Monokulare Tiefenkriterien URL: [http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/w/w6\\_raum/w620\\_monokulare\\_tk.htm](http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/w/w6_raum/w620_monokulare_tk.htm) Stand: 05.07.2013

<sup>27</sup> [http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/w/w6\\_raum/w620\\_monokulare\\_tk.htm](http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/w/w6_raum/w620_monokulare_tk.htm)

Dass der Mensch die eigentlichen Größenverhältnisse eines Objektes kennt, beweist Abbildung 7. Der Tennisball sowie der Hund mit der Nummer 6 haben in der Abbildung die gleiche Größe. Jedoch weiß man, dass der Tennisball näher und der Hund weiter entfernt liegen, da die Relationen des Hundes und des Tennisballes bekannt sind.

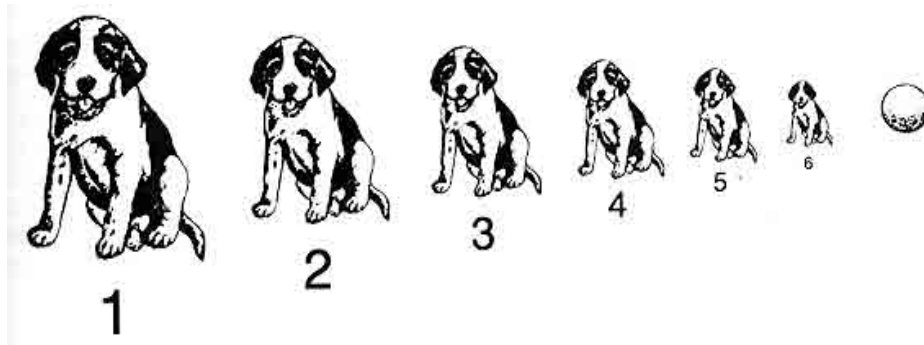


Abbildung 7: Relation und Entfernung<sup>28</sup>

## Höhe

Der Mensch ist gewohnt, entfernte Gegenstände weiter oben im Bild und nahe Objekte weiter unten zu sehen. Daher spielt auch die Anordnung von Gegenständen in einer vertikalen Ebene zur Wahrnehmung der Tiefe eine Rolle.<sup>29</sup>



Abbildung 8: Höhe<sup>30</sup>

<sup>28</sup> [http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/w/w6\\_raum/w620\\_monokulare\\_tk.htm](http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/w/w6_raum/w620_monokulare_tk.htm)

<sup>29</sup> vgl. Koesling, Tiefenwahrnehmung, Stereosehen URL: <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/05-vab2011-hk-tiefe.pdf> Stand: 27.06.2013 und Kebeck, 1997, S. 61

<sup>30</sup> <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/05-vab2011-hk-tiefe.pdf>

## Perspektive

Bei der perspektivischen Verkürzung scheinen sich die Abstände mit zunehmender Tiefe zu verringern. Anzumerken ist, dass diese Form der Visualisierung vom Menschen geschaffen ist und in der Natur kaum auftritt. Es liegt nahe, dass diese Wahrnehmung nicht dem Menschen angeboren, sondern erlernt ist.<sup>31</sup>

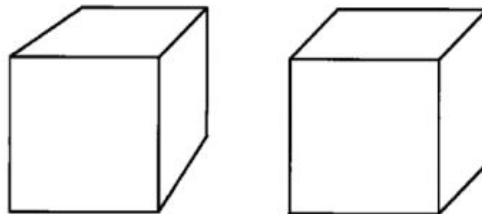


Abbildung 9: Sehen mit unterschiedlichen Seitenkanten<sup>32</sup>

Auch wenn die Perspektive beim Sehen eine große Bedeutung besitzt, ist sie dennoch keine Notwendigkeit. Wir erkennen Objekte räumlich, auch wenn die Seitenkanten parallel sind und nicht perspektivisch verkürzt aufeinander zulaufen (siehe Abbildung 9).

## Atmosphärische Perspektive

Die atmosphärische Perspektive wird auch als Luftperspektive oder Luftlicht bezeichnet<sup>33</sup>. Die Wahrnehmung wird hier durch Staub, Nebel etc. beeinträchtigt. Aufgrund von Staub in der Luft wirken entfernte Objekte verschwommen. Dadurch werden sie unschärfer gesehen als nahe liegende. Ist die Atmosphäre klar und rein (z.B. auf dem Mond), so wirken auch entfernte Objekte sehr scharf und werden dann als näher eingeschätzt.<sup>34</sup>

## Bewegungsinduzierte Hinweisreize

Diese Hinweisreize werden aufgrund von Bewegungen oder der Umwelt ausgelöst und finden ihre Unterteilung in Bewegungsparallaxe, Verdeckung und Aufdeckung.

31 vgl. Koesling, Tiefenwahrnehmung, Stereosehen URL: <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/05-vab2011-hk-tiefe.pdf> Stand: 27.06.2013

32 <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/05-vab2011-hk-tiefe.pdf>

33 vgl. Sczepek, 2011, S. 50

34 ebd..

## Bewegungsparallaxe

Wenn der Beobachter sich bewegt, bewegen sich Objekte je nach ihrer Entfernung unterschiedlich schnell. Dies ist z.B. in einem fahrendem Zug zu beobachten. Schaut man aus dem Fenster, so bewegen sich nahe Objekte schneller in die entgegengesetzte Richtung als entfernte Objekte. Auch ist eine starke Änderung der Blickrichtung nötig, um nahe gelegene Objekte zu verfolgen. Bei entfernten Objekten ist dies einfacher.<sup>35</sup>

## Verdeckung und Aufdeckung

Bei zwei Flächen in unterschiedlichen Entfernungen führt jede nicht senkrechte Bewegung dazu, dass die Flächen relativ zueinander bewegt gesehen werden. Dieser Effekt ist besonders bei der räumlichen Tiefenwahrnehmung an Kanten beteiligt.<sup>36</sup>

## Binokulare Disparität

„Das englische Wort „disparity“ heißt im Deutschen „Abweichung“ und hat seine Ursprünge im Lateinischen „disparatio“ (Trennung)“<sup>37</sup>. Binokulare Disparität begründet die Tatsache, dass der Mensch zwei leicht unterschiedliche Perspektiven mit gleichen Gegebenheiten sieht. Die binokulare Disparität ist das allumfassende Heraustellungsmerkmal für den sogenannten 3D-Effekt und soll hier ausführlicher erläutert werden.

Der Mensch benötigt für ein sicheres und effektives Bewegen in seiner Umgebung zwei Bildinformationen.<sup>38</sup> Der Versuch, einen Faden in ein enges Nadelöhr einzufädeln erklärt, wieso zwei Bildinformationen wichtig für das Gelingen unseres alltäglichen Schaffens sind, da sonst das räumliche Bild des Nadelöhrs fehlen und der Versuch scheitern würde.

Das binokulare Sehen ermöglicht uns ein direkt räumliches Bild, insbesondere im Greifraums zur richtigen Einschätzung konkreter Entfernungen und Distanzen in naher Entfernung. Das linke und das rechte Bild unterscheiden sich dabei infolge des Augenabstandes von etwa 6,5 cm durch ihre leicht unterschiedliche Position und somit durch ihren dezent veränderten Blickwinkel im Raum, was auch als retinale Disparität bezeichnet wird.<sup>39</sup> Im Gehirn werden beide Bildinformationen verschmolzen und es entsteht ein dreidimensionaler, räumlicher Bildeindruck.<sup>40</sup> Der sogenannte Daumensprung macht diese unterschiedlichen Blickwinkel verständlich. Hält man sich einen Finger vor

---

35 vgl. Eiglsperger, 2000, S. 72 Differenziertes Raumwahrnehmen im plastischen

36 [http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/w/w6\\_raum/w650\\_bewegungsinduzierte\\_tk.htm](http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/w/w6_raum/w650_bewegungsinduzierte_tk.htm)

37 Tauer, 2010, S. 53

38 vgl. Kebeck, 1997, S. 67

39 vgl. Maier, 2012 S. 12 f. Werbe- und Wirtschaftsfilm in Stereo-3D: Eine Betrachtung aus der Sicht des

40 vgl. Küllenberg, Goertz, 2011 S. 87 Augen-Sprechstunde

die Augen und öffnet und schließt abwechselnd die Augen, sieht man den Blickunterschied deutlich. Der Blickwinkelunterschied wird bedeutender, je näher man den Finger heranrückt. Dieser Vorgang wird bildseitig als Deviation oder Parallaxe bezeichnet.

## 2.2.2 3D früher und heute

Im antiken Griechenland hatte der Mathematiker Euklid von Alexandria eine These aufgestellt, die besagt, dass die Augen Objekte unterschiedlich wahrnehmen. Das Ergebnis des linken und rechten Auges sorgt für eine Tiefenwahrnehmung<sup>41</sup>.

Vor 500 Jahren befasste sich Leonardo da Vinci bereits mit dem Phänomen, dass man durch Sehen mit zwei Augen um einen Gegenstand herum schauen kann. Diese Aussage bewies er mit zwei Kerzen, die er rechts und links vor einem Objekt aufstellte und deren Strahlen den Blick der Augen simulierten. Nach einem Abstand trafen sich die Strahlen hinter dem Gegenstand wieder<sup>42</sup>. Das Stereobild entstand um 1600. In einem 1593 veröffentlichten Buch versuchte Johann Baptista Porta, ein Gelehrter aus Neapel, den plastischen Effekt bildlich nachzuweisen. Hierzu beauftragte er den französischen Maler Jacopo Chimenti da Empoli, eine Zeichnung für seine Zwecke anzufertigen. Es entstanden zwei Zeichnungen eines Handwerkers, die sich nur in Details unterschieden. Die Bilder sollten bei entsprechender Betrachtung körperliche Dimensionen erkennen lassen, die jedoch nur dann entstehen, wenn jedem Auge das jeweilige Bild gezeigt wird.



Abbildung 10: Tuschezeichnung von Jacopo Chimenti da Empoli<sup>43</sup>

Mit dieser Frage, wie es dem Auge möglich ist, zwei unterschiedliche Bilder zu betrachten, beschäftigt sich die technische Wissenschaft noch heute, da immer wieder neue Methoden zur 3D-Betrachtung veröffentlicht werden.

41 vgl. Brill 1982, Seite 16

42 vgl. Senf, Erhard: Entwicklungsphasen der Stereofotografie, Stereoskopie, Museum für Verkehr und Technik, Berlin, 1989, S. 18.

43 [http://www.3d-historisch.de/Zeppelin/Bilder-Stereosgeschichte/erstes\\_Stereobild.jpg](http://www.3d-historisch.de/Zeppelin/Bilder-Stereosgeschichte/erstes_Stereobild.jpg)



Angefangen hat alles fast gleichzeitig mit der Erfindung der Fotografie. 1832 beschäftigte sich der englische Physiker Sir Charles Wheatstone mit dem Problem des räumlichen Sehens. Er beschrieb den Zusammenhang, dass der Mensch zwei Augen hat und damit räumlich wahrnimmt, mit künstlichen Bildern, die er erzeugen konnte. Er erfand das „reflecting mirror stereoscope“: Ein Betrachtungsgerät, welches er in dem Werk „Contributions to the Physiology of Vision. Part I. On some remarkable, and hitherto unobserved, Phenomena of Binocular Vision“ 1838 vorstellte<sup>44</sup>.

Das Stereoskop, welches er baute, funktionierte mittels einer Holzplatte, auf der links und rechts die verschiedenen Bilder angebracht wurden<sup>45</sup>. *„In der Mitte befestigte er im rechten Winkel zwei Spiegel, die eine Person sich in geringem Abstand vor die Augen hielt, so dass diese mit dem linken Auge das linke Bild und mit dem rechten Auge das Bild auf der rechten Seite betrachten konnte. Dies erforderte natürlich spezielle, versetzt gemalte Zeichnungen, was sich als recht schwierig erwies, da die minimalen Unterschiede, die zwischen dem linken und rechten Teilbild bestanden, genau erfasst werden mussten. Das Gehirn vereinigte beide Bilder wieder zu einem.“*<sup>46</sup> Der Begriff „Stereo“ bedeutet „körperlich“<sup>47</sup>. Demnach kam dem Stereoskop die Bedeutung zu, „körperlich“ beziehungsweise „räumlich“ zu sehen.

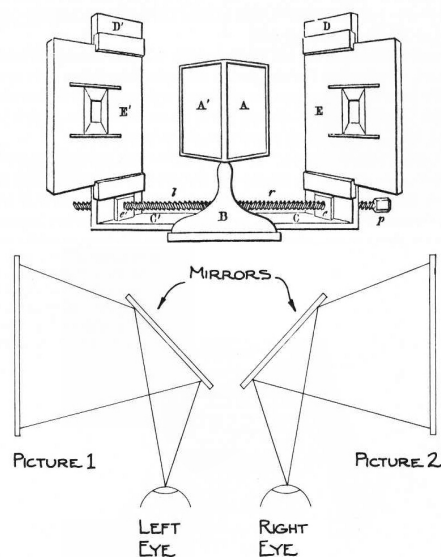


Abbildung 11: Prinzip des Wheatstone Stereoskop <sup>48</sup>

Im weiteren Verlauf der Geschichte des dreidimensionalen Sehens entwickelte 1849 Sir David Brewster einen Betrachtungsapparat, der handlicher und kompakter war als das System von Wheatstone. *„Hierbei handelte es sich um einen Holzkasten, bei dem man durch zwei Linsen auf die beiden gegenüberliegenden Fotografien schaute. Jedes*

44 vgl. Maier, 2012, S. 16

45 vgl. Kohler, Geschichte der Stereoskopie, URL: [http://www.3d-historisch.de/Geschichte\\_Stereoskopie/Geschichte\\_Stereoskopie.htm](http://www.3d-historisch.de/Geschichte_Stereoskopie/Geschichte_Stereoskopie.htm) Stand: 05.07.2013

46 ebd.

47 vgl. Kramme, 2004, S. 418 Technische Medizin

48 <http://www.lst.inf.ethz.ch/teaching/lectures/ss05/230/films/Wheatstone%27s%20mirror%20stereoscope%201838.jpg>

*Auge sah dabei nur das für es bestimmte Bild.*<sup>49</sup> Einen deutlichen Aufschwung erlebte die Stereofotografie 1850. *„Die Gründe dafür waren erstens die generell zunehmende Popularität der Fotografie und zweitens das beliebte Brewster-Stereoskop. In den sechziger Jahren trug ein weiterer neuartiger Stereobetrachter zur Popularisierung der Stereoskopie bei.“*<sup>50</sup> 1861 baute der Amerikaner Oliver Holmes einen leichten und einfacher zu bedienenden Betrachter. Er beschrieb den 3D-Eindruck mit folgenden Worten: *„Wir fühlen uns in die Tiefe des Bildes hineingezogen. Die dünnen Äste eines Baumes im Vordergrund kommen auf uns zu, als wollten sie uns die Augen auskratzen. Der Ellbogen einer Figur steht derart heraus, dass wir uns bedrängt fühlen. Und dann ist da eine so erschreckende Fülle an Details, dass wir den gleichen Eindruck einer unendlichen Vielfalt empfangen, wie ihn die Natur selbst hervorbringt“.*<sup>51</sup> Das Holmes-Stereoscope fand in der ganzen Welt Anklang.

*„Um dieselbe Zeit begann auch ein Handel mit Stereokarten und Diapositiven“*<sup>52</sup>. Hundertausende Stereokarten exportierte die Londoner Stereoscopic Company in alle Kontinente: Landschaften, Städtebilder, Bauwerke und Märchenszenen. Auch erotische Inhalte konnten als Stereobild betrachtet werden. Dennoch war dieses Gerät nur für den häuslichen Gebrauch bestimmt. Zum Massenmedium wurde diese neuartige Technik mit Eröffnung des „Kaiserpanorama“ um die Jahrhundertwende. Das Wort Panorama stammt aus dem Griechischen und bedeutet Gesamtschau oder Gesamtübersicht. Das Kaiserpanorama bestand aus einem großen runden Pavillon, an dem Menschen saßen und in den riesigen Kasten schauten. Im Inneren des Pavillons wurden den Zuschauern Bilder vorgeführt. *„Die Szenarien blieben nicht konstant, sondern wechselten mit jedem Bild, welches von einer an die Erzählungen Jules Vernes erinnernden Maschine von Platz zu Platz transportiert wurden. War man eben noch auf dem Marcusplatz in Venedig, so sah sich der Betrachter in der nächsten Aufnahme bereits bei einer Fahrt über die Lagune, um bei der übernächsten schon unter einer der berühmten venezianischen Brücken hindurch zu fahren“.*<sup>53</sup>

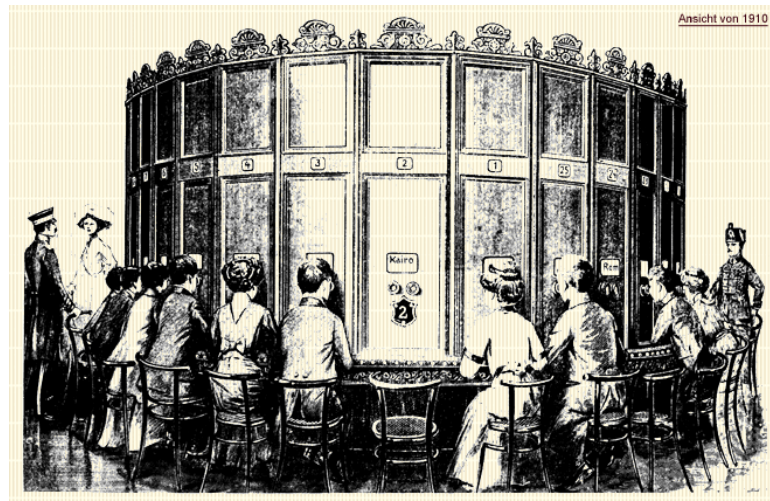
49 Kohler, Geschichte der Stereoskopie, URL: [http://www.3d-historisch.de/Geschichte\\_Stereoskopie/Geschichte\\_Stereoskopie.htm](http://www.3d-historisch.de/Geschichte_Stereoskopie/Geschichte_Stereoskopie.htm) Stand: 05.07.2013

50 vgl. Gerlich, Geschichte der Stereoskopie, URL: <http://www.photographische-gesellschaft.at/index.php?go=stereo&site=stereo.php&usite=89&umen=55> Stand: 10.07.2013

51 Baltzer, 2011, S.4

52 ebd.

53 vgl. Hälbig: Kaiser-Panorama, URL: <http://www.kaiser-panorama.de/rubin/kaiserpanorama.htm> Stand: 10.07.2013

Abbildung 12: Kaiserpanorama<sup>54</sup>

Schon damals gab es Aussagen über die Wahrnehmung mit dieser neuen Technik. In dem Literaturstück *Fotografie und Raum: „Beiträge zur Geschichte der Stereoskopie“* von Dieter Lorenz sind einige Zeugenaussagen über den Besuch im Kaiserpanorama zusammengefasst. So schrieb Franz Kafka (1883 – 1924) in seinen Reisetagebüchern 1911: *„[...] Die Bilder seien lebendiger als im Kinemathographen, weil sie dem Blick die Ruhe der Wirklichkeit lassen. Der Kinematograph gibt dem Angeschauten die Unruhe der Bewegung, die Ruhe des Blicks scheint wichtiger, schrieb er.[...]“*<sup>55</sup> Auch Siegfried Kracauer (1889 – 1966), der im Frankfurt a.M. geborene Publizist und Soziologe beschrieb seine Erfahrungen aus der Kindheit; *„[...] Wann immer ich als Kind das Weltpanorama besuchte (...) fühlte ich mich wie bei der Betrachtung von Bilderbüchern in eine Weite versetzt, die schlechterdings unwirklich war. Kaum könnte es anders sein: denn hinter den Gucklöchern, die so nach wie Fensterrahmen sind, gleiten Städte und Gebirge vorüber, [...]“*<sup>56</sup> Auch Peter Rosegger (1843 – 1918) schrieb über seinem Besuch im Kaiser-Panorama und äußerte zudem einen Wunsch; *„[...] Und das wild bewegte Meer, das am Felsenrande himmelhoch empor brandet, ist ein regloses schweigendes Bild. Das ist der vorhandene Widerspruch bei solchen Darstellungen. Je „bewegter“ eine bildliche Darstellung ist, je mehr wünscht man in ihr die dazugehörige Bewegung[...]"*<sup>57</sup> Bewegungen brachten im Jahr 1903 die Gebrüder Lumière. Sie stellten auf der Weltausstellung in Paris dreidimensionale Kurzfilme vor. Diese beruhten auf dem System des Stereoskops und konnten demnach nur von jeweils einem Betrachter angesehen werden.<sup>58</sup> *„1915 präsentierten die amerikanischen Filmmacher*

<sup>54</sup> <http://www.kaiser-panorama.de/rubin/kaiserpanoramabild.gif>

<sup>55</sup> Lorenz, 2012, S.239

<sup>56</sup> ebd.

<sup>57</sup> ebd.

<sup>58</sup> vgl. Edler, 2010, S.14, 3D-Digital – Die Zukunft des Kinos. Gehört 2D bald wirklich der Vergangenheit an?

*Edwin S. Porter und William E. Waddell den ersten geschichtlich dokumentierten, 3D-Film in einem Theater in New York.*<sup>59</sup>

Somit kann man sagen, dass der 3D-Film älter ist als der Ton- und Farbfilm. 1922 wurde dann mit Hilfe der Anaglyphen-Technik der erste Spielfilm THE POWER OF LOVE in Los Angeles veröffentlicht.<sup>60</sup>

Die Anaglyphen-Technik wurde von Wilhelm Rollmann 1853 entwickelt und in dem Werk „Analen der Physik und Chemie“ mit dem Titel „Zwei neue stereoskopische Methoden“ veröffentlicht.<sup>61</sup> Bei dieser Technik kommen die Komplementärfarben zum Einsatz. Durch Farbfilter wird bestimmtes Licht nicht durchgelassen. Betrachtet man durch einen grünen Farbfilter eine rote Fläche, wird diese schwarz erscheinen. Dasselbe geschieht in umgekehrter Weise – roter Filter und grüne Fläche. Selbiges geschieht in Kombination blau/gelb. Da es bei einer Tiefenwahrnehmung der Trennung zweier Bilder bedarf, wird je ein Halbbild grün dargestellt und das zweite rot. Durch eine Brille wird vor dem linken Auge ein grüner Farbfilter und vor dem rechten Auge ein roter Farbfilter angebracht, wodurch das linke Auge nur das grüne und das rechte Auge nur das rote Halbbild sieht. Durch die binokulare Fusion entsteht im Gehirn ein vollständiges Bild mit den dazugehörigen Tiefenwahrnehmungen. Die zwei Halbbilder werden nicht wie bei einem Stereoskop nebeneinander dargestellt, sondern überlagert.



Abbildung 13: Anaglyphenbrille<sup>62</sup>

1923 bis 1925 wurden weitere 3D-Kurzfilme produziert, bei denen erstmals die Kameralinsen konvergiert wurden. Die Kameraachsen stehen dabei nicht wie üblich parallel zueinander, sondern schräg. Diese neue Art der Aufnahme ermöglichte das Heraustreten von Bildelementen aus der Leinwand.<sup>63</sup> Die Frage, wie bekommt man die Augen

<sup>59</sup> ebd.

<sup>60</sup> vgl. Wagener, Jockenhövel, Gibbon, 2012, S. 25 Studien zur Rezeption und Akzeptanz

<sup>61</sup> Poggendorff, 1853, S. 183 ff. Annalen der Physik, Band 90

<sup>62</sup> <http://images.wikia.com/jamescameronsavatar/de/images/4/42/Anaglyphenbrille.jpg>

<sup>63</sup> vgl. Wagener, Jockenhövel, Gibbon, 2012, S. 25 Studien zur Rezeption und Akzeptanz

dazu, zwei unterschiedliche Bilder zu sehen, beschäftigte die Filmmacher dennoch. Die Anaglyphen-Technik hatte viele Nachteile, da sie sich nur für schwarz/weiß Filme eignete. Die Farben im Film und die in der 3D-Brille stimmten nicht immer überein. Der Rotfilter absorbierte mehr Licht als der Grünfilter. Abhilfe schaffte die Einführung des Polarisationsfilters.<sup>64</sup>

Bei dieser Methode wird das Stereobildpaar vertikal und horizontal polarisiert. Der Zuschauer sieht mittels Polarisationsbrille nur das für das jeweilige Auge bestimmte Bild.

Während des Zweiten Weltkrieges pausierte die Entwicklung des 3D Films. In den 50er Jahren gab es eine große Welle von 3D-Filmen. „*Allein Anfang der 1950er-Jahre entstanden etwa fünfzig 3D-Produktionen, insbesondere effektreiche Abenteuer- und Horrorfilme*“<sup>65</sup>. Vor dem Zweiten Weltkrieg wollte man die Zuschauer noch allein mit dem Raumeindruck überzeugen. Ab den 50er Jahren setzte man den 3D-Eindruck auch dramaturgisch ein. Zum Beispiel wurde viel Wert darauf gelegt, bei Horrorfilmen die Zuschauer mit Schockeffekten zu beeindrucken, um diese in Angst zu versetzen.<sup>66</sup> Der Aufwand, in den 50er Jahren einen 3D-Film zu drehen, war sehr hoch. Zudem ergaben sich technische Schwierigkeiten als Folge von Asynchronitäten bei der Aufnahme und der Projektion von 3D-Filmen.<sup>67</sup> Ein weiterer Grund war die Darstellung von 3D mittels linearer Polarisation anstatt wie heute mit zirkularer Polarisation. Der Zuschauer musste demnach den Kopf stets gerade halten, um den 3D-Effekt wahrnehmen zu können, was sich als sehr unkomfortabel herausstellte.<sup>68</sup> Aus diesen Gründen war der 3D-Boom 1954 erst einmal zu Ende.

Vor der Einführung des digitalen Films wurden noch weitere Versuche zur 3D-Optimierung unternommen. Jede dieser neuen Methoden brachte zwar Fortschritte, jedoch waren die Nachteile zu gravierend, um einen erneuten Kult auszulösen. Kein nachfolgender 3D-Film, der auf der bis zu dem Zeitpunkt bekannten Technologie basierte, hatte das Potential, größere Zuschauermassen in die Kinos zu locken. 1986 wurde auf der Expo in Vancouver das IMAX 3D-System vorgestellt, welches aus einer Kombination von Projektion auf riesigen kugelförmigen Leinwänden und einer auf 70mm-Film basierenden 3D-Technik bestand. Das sogenannte Dual-Strip-System garantierte eine hohe Bildhelligkeit. Durch einen sehr hohen und teuren Produktionsaufwand wurde eine

---

<sup>64</sup> ebd.

<sup>65</sup> Kleber: 3D-Kino: Geschichte und Zukunft, URL [http://www.kinofenster.de/themen-dossiers/dossier\\_stereoskopie\\_die\\_dritte\\_dimension\\_im\\_kino/3d\\_kino\\_geschichte\\_und\\_zukunft/](http://www.kinofenster.de/themen-dossiers/dossier_stereoskopie_die_dritte_dimension_im_kino/3d_kino_geschichte_und_zukunft/) Stand: 08.07.2013

<sup>66</sup> ebd.

<sup>67</sup> ebd.

<sup>68</sup> vgl. Gautzsch, 2012, S. 28 3D-Kino im Wohnzimmer: Analyse einer Unterhaltungs-Revolution durch Stereoskopie S. 28

überwältigende Seherfahrung für den Zuschauer erreicht. Die klassischen IMAX 3D-Filme waren wegen der Kosten in der Regel nur 40 Minuten lang.<sup>69</sup>

Der Wechsel von alter zu neuer Technik war unter anderem immer auch eine Frage des Verhältnisses der Kosten und des Nutzens. Der größte Umschwung in der Geschichte des Kinos stellte bis heute die Digitalisierung, die in den 90er Jahren ihren Aufschwung fand, dar. Bis heute sind aufgrund der hohen Anschaffungskosten noch nicht alle Kinos auf Digitalbetrieb umgestellt. Auf der Berlinale im Februar 2013 wurden Bilanzen deutscher und europäischer Institute vorgelegt. Weltweit sind 75% der Kinosäle mit digitaler Technik ausgestattet. In Europa sind es 70%. Deutschland liegt mit 65% unter dem Durchschnitt.<sup>70</sup>

Die Digitalisierung bietet viele Vorteile. Aufgrund des Umfang dieses Themas werden nur einige genannt. Analoge Filme werden überwiegend auf einem 35mm-Film kopiert. Damit jedes Kino den selben Film vorführen konnte, musste dieser mehrfach zu Aber-tausenden kopiert werden. In einem Artikel des „Spiegel Online“ erklärt Jan Oesterlin, Geschäftsführer der Zukunft Kino Marketing GmbH:

*„Eine 35mm-Kopie von "Troja" hat einen Stückpreis von circa 2.000,- Euro. Allein in Deutschland wurde der Film mit mehr als 1000 Kopien gestartet - das sind zwei Millionen Euro Kosten, bevor das erste Ticket verkauft wird! Die Digitalisierung lässt den größten Teil dieser Kosten entfallen.“<sup>71</sup>*

Auch die Lagerung, der Versand und das anschließende Vernichten von tausenden Kopien entfällt. Mit dem digitalen Kino können auch Geräte miteinander kommunizieren. Demnach kann ein Film direkt per Satellit oder Internet verteilt werden. Auch Live-Events, wie die Fußball Weltmeisterschaft können als neues Programm angeboten werden.

Im Jahre 1999 wurde ein Standard mit Namen Digital Cinema Initiatives (DCI) eingeführt, welcher das analoge Kino ersetzen kann. Er definiert sich u.a. in Qualität der verwendeten Projektoren, der Auflösung, Datenraten und Untertitel sowie rechtlicher und logistischer Vorgaben.

Auch die 3D-Technik fand in der digitalen Welt ein neues Zuhause. Es kamen neue Projektionsstandards wie XpanD, RealD, Dolby 3D etc. zum Einsatz.

---

69 ebd. S. 31

70 vgl. Immich, Kinos: Digitalisierung schreitet voran, 3D bleibt auf der Strecke URL: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Kinos-Digitalisierung-schreitet-voran-3D-bleibt-auf-der-Strecke-1804931.html> Stand: 10.07.2013

71 Oesterlin, "Eventhaus der Zukunft": Wer will das Kino digital? URL: <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/eventhaus-der-zukunft-wer-will-das-kino-digital-a-305026.html> Stand: 10.07.2013

Die XpanD-Technologie basiert auf der Shuttertechnik und wird in Projektoren verwendet, die im 2D-, sowie im 3D-Betrieb eingesetzt werden können. Daher ist diese Technik oft in kleineren Kinos gebräuchlich. Die verwendeten Brillen sind dabei mit Gläsern bestückt, die Flüssigkristallflächen enthalten. Diese können elektronisch durchlässig und undurchlässig geschaltet werden. Dadurch lässt sich das linke und rechte Auge abdunkeln. Gleichzeitig wird das Bild auf der Leinwand für das linke und rechte Auge abwechselnd angezeigt. Ein Infrarotsensor sorgt für die benötigte Synchronizität. Dies ist erforderlich damit die Brille beim richtigen Bild das entsprechende Auge abdunkelt oder die Sicht frei gibt.<sup>72</sup>

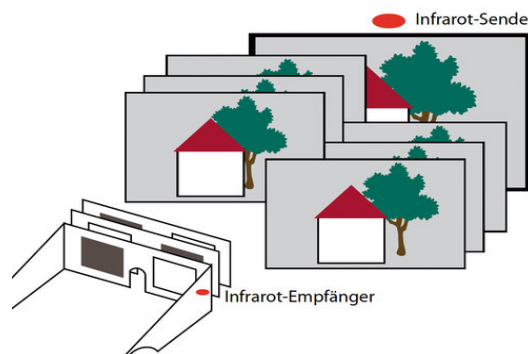


Abbildung 14: Shuttertechnik, XpanD<sup>73</sup>

Das RealD-System basiert auf der zirkumpolaren Polarisierungstechnik. Das polarisierte Licht dreht sich dabei schraubenförmig mit- oder gegen den Uhrzeigersinn. Benötigt wird dabei nur ein Projektor, der mittels Vorsatzfilter vor dem Objektiv das Bild für das linke und rechte Auge abwechselnd hintereinander in die jeweils gegensätzliche Polarisation projiziert.<sup>74</sup> Um das polarisierte Licht zum Zuschauer zu reflektieren, ist der Einsatz von Silberleinwänden nötig. Ein weiße Leinwand würde das einfallende Licht streuen und somit depolarisieren.<sup>75</sup>

Dolby-3D arbeitet mit dem sogenannten Interferenz-Verfahren. Dieses System nutzt einen schmalbandigen RGB-Filter vor jedem Halbbild. Das Licht jeder Grundfarbe wird in verschiedene Wellenlängen aufgeteilt. Die verwendeten Brillen besitzen einen Interferenzfilter, der nur die vorgesehene Wellenlänge dem jeweiligem Auge sichtbar macht. Anders als bei der Polfiltertechnik wird keine Silberleinwand benötigt.<sup>76</sup>

<sup>72</sup> vgl. Lechner, Stereoskopie-Grundlagen, Teil 4: Shutter- oder Zeitmultiplextechnik URL: <http://www.camgaroo.com/camgaroo-academy/artikel/details/stereoskopie-grundlagen-teil-4-shutter-oder-zeitmultiplextechnik/> Stand: 10.07.2013

<sup>73</sup> <http://images.wikia.com/jamescameronsavatar/de/images/4/42/Anaglyphenbrille.jpg>

<sup>74</sup> ebd.

<sup>75</sup> vgl. Bolliger, Stereo-3D – Gestalterisches, Film & TV Kameramann Mai/2011 S.39

<sup>76</sup> ebd. S. 40

Um auch den verbleibenden analogen Kinos eine Chance zu geben, entwarf die Firma Technicolor eine Lösung, die es ermöglichte, 3D auf 35mm-Film in gleicher oder ähnlicher Qualität im Vergleich zu digitalen Systemen zu gewährleisten.<sup>77</sup>

### 2.2.3 Mit „AVATAR“ zum 3D-Kult

Nachdem Filme in den 90er Jahren noch analog aufgenommen wurden, folgte gegen Ende der Dekade die Digitaltechnik. Hierdurch wurden wahrnehmungs- und handlungsverändernde Spezialeffekte wie CGI<sup>78</sup> in der Postproduktion erstmals möglich:

*„Mit der Loslösung von der Film-basierten mechanischen Aufnahme und Projektion, sowie den Möglichkeiten der digitalen Postproduktion, erlangten dreidimensionale Bilder eine weitaus größere technische Perfektion, als es bis zu diesem Zeitpunkt der Fall war.“<sup>79</sup>* Der geringere Aufwand, Korrekturen an dem 3D-Material vorzunehmen, machte die Bearbeitung in der Postproduktion effektiver und daher wirtschaftlicher. Jedoch gibt es seit den Anfängen von 3D bis heute Probleme bei Realaufnahmen:

*„Bei Realfilmaufnahmen ergeben sich Schwierigkeiten vor allem bei der Aufnahme mit Reflexionen und Spiegelungen, dem Miniaturisierungseffekt sowie der flächigen Anordnung der einzelnen Bildebenen, die im Postproduktionsprozess nur eingeschränkt behoben werden können.“<sup>80</sup>* Bei Spiegelungen erhält das linke und rechte Auge unterschiedliche Bildinformationen, was zu Irritation und Doppelbildern führt. Der Miniaturisierungseffekt ist eine Folge falsch eingestellter Kameraabstände.<sup>81</sup> Bei stereoskopischen Inhalten besteht das Problem darin, dass das Bild in Zonen davor und dahinter in eine „Abfolge zurückweichender Flächen“ eingeteilt ist und somit deren Zusammenhänge einen falschen Eindruck hinterlassen. Der Animationsfilm kann dagegen einzelnen Objekten eigene Stereoparameter zuweisen und somit diesem Eindruck entgegenwirken (Multi-rigging).<sup>82</sup> *„Auf diese Weise kann ein Objekt im Hintergrund mit einer anderen Stereobasis (Abstand der Kameras) gefilmt werden als ein Objekt im Vordergrund. So können auch Objekte im Hintergrund plastisch erscheinen. Dieses Verfahren funktioniert nur im CGI-Film, bei dem das Bild aus einzelnen Elementen zusammengesetzt wird“<sup>83</sup>*

<sup>77</sup> vgl. Immich, 3D im Kino nun auch analog, URL: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/3D-im-Kino-nun-auch-analog-1031387.html> Stand: 05.07.2013

<sup>78</sup> Computer-Generated Imagery

<sup>79</sup> Wagener, Jockenhöfel, Gibbon, 2012, S. 29 Studien zur Rezeption und Akzeptanz

<sup>80</sup> ebd.

<sup>81</sup> ebd.

<sup>82</sup> ebd.

<sup>83</sup> Jockenhöfel, 2010, S. 111 Der stereoskopische Filmraum



Der bis dahin erfolgreichste Film, der aus einem großen Anteil computergenerierter Bilder besteht, ist „Avatar – Aufbruch nach Pandora“. Der Film ist ein vom Regisseur, Produzent und Drehbuchautor James Cameron realisierter Science-Fiction-Abenteuer Spielfilm, der in 3D produziert wurde. Die Presse berichtete über einen weltweiten 3D-Boom, den dieser Film auslöste. Die Film Förderungsanstalt (FFA) veröffentlichte eine Statistik der Top 20 Filme des Jahres 2010. Dargestellt wurden Umsätze und die jeweiligen Besucherzahlen. Demnach erreichte Avatar mit 83.208.405 Euro Umsatz und einer Besucherzahl von 8.030.639 Platz 1.<sup>84</sup>

Produziert wurde der Film zum Teil realistisch und zum großen Teil computeranimiert. Die Verschmelzung von Realaufnahmen und computergenerierten Aufnahmen gelang so realistisch, dass es selbst Filmkennern schwer fiel, die Grenzen zwischen Realität und Animation zu erkennen<sup>85</sup>. Um eine perfekte Verbindung der beiden Produktionsarten zu gewährleisten, entwickelte Cameron zusammen mit Vince Pace von Pace Technologies über einen Zeitraum von sieben Jahren ein Kamerasystem, welches im 3D-Bereich sowie der Optik bis an die Grenzen des technisch derzeit Machbaren ausgereizt wurde.<sup>86</sup>

Neben 3D sind hier weitere Technologien zu erwähnen, welche die Produktion von Realität und Computerwelt vereinen.

Mit der Entwicklung einer speziell konstruierten Kamera namens Simul-Cam konnte sich Cameron scheinbar frei in der digitalen Welt bewegen, da die Simul-Cam den normalen Schauspieler in einem leeren Raum aufnehmen konnte, während ein Computer gleichzeitig die Kulisse hinzurechnete, die vorher als Umgebung festgelegt worden war. Durch die Kamera sah er die Schauspieler als blaue Figur mit riesigen Augen und Schwanz in einer Fantasiewelt. Das aufgenommene Material musste nicht wie üblich erst in der Postproduktion bearbeitet werden, um die virtuellen Figuren zu erzeugen und anzupassen. Cameron konnte direkt vor Ort das Ergebnis sehen.<sup>87</sup>

Durch die sogenannte Motion Capture Technologie lassen sich menschliche Bewegungen aufzeichnen und auf ein 3D-Modell übertragen. Um die Bewegungen zu erfassen, werden dem Schauspieler an wichtigen Stellen des Körpers Marker angebracht. Eine Kamera registriert diese Marker und errechnet durch die Veränderungen dreidimensionale Modelle. Das in Abbildung 13 gezeigte Bild stammt aus einem 2010 erschienenen

---

84 vgl. Agir.Media, Statistiken Kino 2011, URL: <http://www.agirmedia.de/download/Statistiken-2011.pdf> Stand: 10.07.2013

85 vgl. Unbekannt, »Avatar«: Kassenhit auch dank perfekter Technik, URL: [http://www.film-tv-video.de/newsdetail.html?&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=38363&no\\_cache=1](http://www.film-tv-video.de/newsdetail.html?&tx_ttnews%5Btt_news%5D=38363&no_cache=1)

86 ebd.

87 vgl. Zone, 2012, S. 389, 3-D Revolution: The History of Modern Stereoscopic Cinema

Buch der Autoren Jody Duncan und Lisa Fitzpatrick. Mit dem Titel „The Making of AVATAR“. Auf dem Bild zu sehen ist die Schauspielerin Zoe Saldana, wie sie durch Motion Capture in ein 3D-Modell umgewandelt wird.



Abbildung 15: The making of AVATAR <sup>88</sup>

Ein weiteres Making Off zum Film zeigt, wie exakt Mimik und Gestik in die Phantasiefigur übertragen werden. Abbildung 13 zeigt einen Screenshoot aus dem making of Material des veröffentlichten Films. In dem Film ist die Motion Capture Technologie vorgeführt. James Cameron äußerte seine Bedenken dahingehend, dass die Charaktere nicht real ausschauen könnten, weil ihre Augen wie in den ersten Filmen, welche im Motion Capture Verfahren gedreht wurden, „tot“ wirkten. Camerons Intention bestand darin, absolut lebensechte Figuren zu gestalten. Um dies zu verwirklichen, entwickelte er ein neues Gesichts- und Bild- bezogenes „Performance-Capture-System“. <sup>89</sup>

<sup>88</sup> <http://www.abramsbooks.com/uploadedImages/Books/9780810997066.jpg>

<sup>89</sup> vgl. Marks, Performance-Capturing, virtuelle Kamera und stereoskopisches 3D – alles über die Technik von James Camerons „AVATAR- Aufbruch nach Pandora“ URL: <http://www.digitaleinwand.de/2009/12/29/performance-capturing-virtuelle-kamera-und-stereoskopisches-3d-alles-ueber-die-technik-von-james-camerons-avatar-aufbruch-nach-pandora/> Stand: 10.07.2013



Abbildung 16: Performance-Capture-System <sup>90</sup>

Um Mimik und Gestik so real und getreu wie möglich erfassen zu können, wurde das Motion Capture System weiter ausgereift. Man installierte auf den Kopf der Schauspieler eine mit einer Kamera versehene Haube, die Gesichtsausdrücke und emotionale Reaktionen erfassen sollte. Dazu halfen Markierungen, die im Gesicht des Schauspielers angebracht wurden.

In der Vergangenheit mussten für Gestalten wie beispielsweise Aliens Masken, Make up und aufwendige Kostüme konstruiert werden. Jedoch ergaben sich bei diesem Verfahren Einschränkungen. Sieht man sich einmal die fiktiven Figuren aus dem Film AVATAR an, so ist zu sehen, dass die Augen der Na'vi<sup>91</sup> zweimal größer sind als menschliche Augen. Zudem liegen diese auch viel weiter auseinander. Zu erkennen ist auch, dass die Figuren wesentlich schlanker sind und lange Hälse besitzen. Sie haben Hände mit nur drei Fingern. Die Umsetzung dieser Merkmale wäre mit üblichen Maskeraden ausgeschlossen gewesen. Weiterhin ist die Haut der Na'vi blau und wie beim Menschen lichtdurchlässig.<sup>92</sup> Die durch die Digitaltechnik so realistisch entworfene Welt in Verbindung mit dem 3D-Eindruck machte den Film nach Angaben von Kritikern und Filmkenner so erfolgreich.

<sup>90</sup> <http://i124.photobucket.com/albums/p26/Kipsang/My%20Blog%20Photos/Avatar3.jpg>

<sup>91</sup> Von James Cameron erfundene Wesen.

<sup>92</sup> vgl. Marks, Performance-Capturing, virtuelle Kamera und stereoskopisches 3D – alles über die Technik von James Camerons "AVATAR- Aufbruch nach Pandora" URL: <http://www.digitaleinwand.de/2009/12/29/performance-capturing-virtuelle-kamera-und-stereoskopisches-3d-alles-ueber-die-technik-von-james-camerons-avatar-aufbruch-nach-pandora/> Stand: 10.07.2013

### 3 Die Produktion des Films „Der Hobbit“

Die Geschichte „Der Hobbit“ wurde vom Schriftsteller J.R.R. Tolkien geschrieben und zählt zur Kategorie der Fantasieromane. Sie erzählt von den Erlebnissen eines Hobbit, der zusammen mit 13 Zwergen und einem Zauberer zu einer großen und gefährlichen Abenteuerreise aufbricht. Die Hobbits beschreibt der Autor J.R.R. Tolkien als kleine Leute, halb so groß wie die Menschen. Sie leben in gemütlichen Behausungen unter dem Erdbreich. Die Heimat der Hobbits ist das Auenland, welches sich in Mittelerde befindet, einer vom Autor erfundenen Fantasiewelt. Neben den Hobbits, Zwergen, Menschen und Zauberern erfand der Autor weitere Wesen, wie Elben, Baumhirten, Orks, Drachen und viele mehr. In der Geschichte geht es darum, den von einem Feuerdrachen eroberten Goldschatz der Zwerge zurückzuerobern. Der scheinbar unbesiegbare Drache bewacht den Schatz tief in einem Berg, der ehemaligen Heimat der Zwerge. Da Hobbits kleine und listige Leute sind, wählt sich der Zauberer Gandalf den Hobbit Bilbo Beutlin aus dem Auenland aus, welcher gleichsam die Hauptperson in der Buchverfilmung darstellt. Während der Abenteuerreise findet Bilbo Beutlin einen goldenen Ring, der den Träger unsichtbar macht, sobald er diesen auf den Zeigefinger streift.<sup>93</sup> „Der Hobbit“ spielt zeitlich vor den in dem dreibändigen Werk „Der Herr der Ringe“ geschilderten Ereignissen. In den Romanen ging es speziell um den „einen“ Ring und seine böse Macht, sowie dem unerlässlichen Ziel, diesen zu vernichten, um Mittelerde zu retten.

Der Regisseur Peter Jackson verfilmte alle 3 Teile von „Der Herr der Ringe“. Teil 1 wurde 2001 veröffentlicht, Teil 2 2002 und Teil 3 2003. *„Alle Teile der Trilogie wurden für den begehrten „Oscar“ Filmpreis in der Kategorie „Bester Film“ nominiert. Der dritte Teil, „Die Rückkehr des Königs“, erhielt schließlich die Trophäe als erster Fantasy-Film überhaupt. Mit elf Oscars kann sich „Der Herr der Ringe: Die Rückkehr des Königs“ bei den 76. Academy Awards in die Reihe der erfolgreichsten Filme aller Zeiten einordnen: 1960 erhielt das Filmepos „Ben Hur“ elf Auszeichnungen bei zwölf Nominierungen, 1998 wurden für die Verfilmung der Schiffstragödie „Titanic“ in 11 von 14 Nominierungen Auszeichnungen verliehen. Dem letzten Teil „Der Herr der Ringe“-Trilogie gelang ein sogenannter „Clean Sweep“. Das bedeutete, dass bei der Oscar-Verleihung alle vorgeschlagenen Nominierungen angenommen wurden und mit dem „Oscar“ Preis ausgezeichnet wurden. Zuvor war das noch keinem Film gelungen, der in mehr als zehn Kategorien nominiert wurde.“*<sup>94</sup>

---

<sup>93</sup> vgl. J.R.R. Tolkien, 1937, S. 11 ff.

<sup>94</sup> Herbst, 2005, S. 12

Die Vorgeschichte „Der Hobbit“ wurde ebenfalls unter der Regie von Peter Jackson im Dezember 2012 veröffentlicht. Bei der Produktion setzte man auf ein gerade neu auf den Markt eingeführtes Kamerasystem: Red Epic. Diese ist eine von der Firma RED konstruierte Kamera, die für den professionellen Einsatz konzipiert wurde. Die Red Epic ist in der Lage, eine 5K- HD- Auflösung mit bis zu 120 Bildern in der Sekunde zu realisieren.<sup>95</sup> „Der Hobbit“ wurde in voller 5K-Auflösung mit 48 Bildern in der Sekunde produziert.



Abbildung 17: Peter Jackson mit einer RED EPIC  
am Set von "Der Hobbit" <sup>96</sup>

Um den 3D-Eindruck zu gewinnen, benötigte Peter Jackson jeweils 2 Kameras, die mittels 3D-Rig kombiniert wurden. Auf einem 3D-Rig lässt sich der 3D-Effekt realisieren. Dabei müssen drei Aspekte, die in dem Kapitel Tiefenwahrnehmung bereits erläutert wurden, beachtet werden. Wie schon geschildert, simulieren die Kameras die Augen des Menschen. Demnach müssen die Kameras die interokulare Distanz von 6,5 cm einhalten. Die interokulare Distanz ist in der Tiefenwahrnehmung unter dem Begriff Disparität zu finden. Der zweite Faktor, den es zu beachten gilt, ist die Konvergenz. Sie ist der Schnittpunkt, auf den beide Augen unter Berücksichtigung der interokularen Distanz schauen. Bei der Aufnahme wird durch Veränderung der Objektivachse die Konvergenz beeinflusst. Dadurch kann entschieden werden, ob ein Objekt näher oder weiter entfernt erscheint.<sup>97</sup> Die Akkomodation ist, wie oben erläutert, das Scharfstellen der Augen, welches als dritter Punkt bei einer 3D-Produktion Beachtung finden sollte.

Peter Jackson und sein Team entschieden, dass sie den Film nicht wie üblich mit 24 Bildern in der Sekunde produzieren, sondern mit 48 Bildern in der Sekunde. Die Idee war, wie in Kapitel 2.1 schon erwähnt, nicht neu. Auch früher hatte man schon die Vorstellung, Bilder mit höherer frame rate zu zeigen, um die Bildqualität zu steigern. Je-

<sup>95</sup> vgl. Red, Produktbeschreibung, URL: <http://www.red.com/products/epic> Stand: 10.07.2013

<sup>96</sup> <http://www.blogcdn.com/www.engadget.com/media/2010/11/11-28-10-peterjacksonredepic.jpg>

<sup>97</sup> vgl. Jockenhövel, 2010, S.111 URL: [http://www.rabbiteye.de/2010/2/jockenhoevel\\_stereoskopischer\\_raum.pdf](http://www.rabbiteye.de/2010/2/jockenhoevel_stereoskopischer_raum.pdf)  
Stand: 11.07.2013

doch fand dieses System keinen Anklang. Daraus ergab sich die Frage, mit welchen Intentionen die Filmemacher von „Der Hobbit“ über 20 Jahre später auf die Anwendung von höheren Bildfrequenzen zurückgreifen würden.

### 3.1 Die Intention des Regisseurs Peter Jackson

Peter Jackson musste seine Entscheidungen darüber, die Hobbit Trilogie in HFR-3D zu produzieren, gegenüber vielen Kritikern und auf Pressekonferenzen rechtfertigen. Die Frage, die sich einer Vielzahl Filmkennern und Filmliebhabern stellte, war, warum Kinofilme, die jahrelang im 24-fps-Standard produziert wurden, nun mit 48 Bildern pro Sekunde produziert werden sollten. Die konkret zu stellende Frage ist also: „Worin liegt der Mehrwert?“

Auf einer Pressekonferenz in New York nahm Peter Jackson dazu Stellung. Übersetzt sagte er:

*„Ich finde 3D bei 24 Bildern pro Sekunde interessant, aber es sind die 48 Bilder pro Sekunde, die es 3D ermöglichen, fast das volle Potential auszuschöpfen, weil 48 Bilder pro Sekunde augenschonender sind und ein schärferes Bild erzeugen, welches wiederum mehr von der dreidimensionalen Welt erzeugt.“<sup>98</sup>*

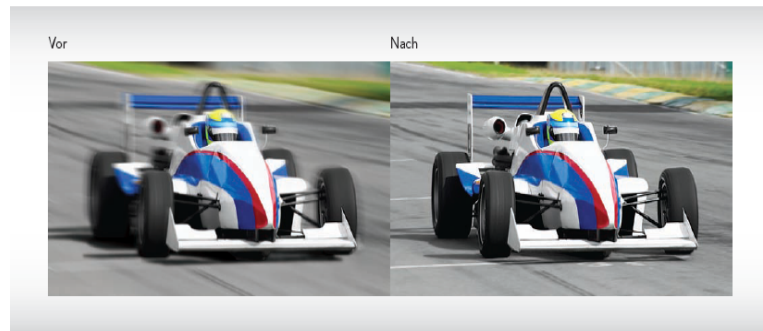
Der ausschlaggebende Punkt in dieser Aussage, 48 Bilder in der Sekunde seien „augenschonender“, kann wie folgt belegt werden. Durch die Bildfrequenz von 24 Bildern in der Sekunde ist es größtenteils so, dass bewegte Bilder unscharf wirken. Durch die Erhöhung der Bildrate kann das Auge dem übertragenen Bild auf der Kinoleinwand gleichmäßiger folgen und wird nicht so stark beansprucht.<sup>99</sup> Doch das ist nur ein Grund für die Entscheidung zu HFR-3D. Peter Jackson sagte, dass HFR ein toller Fortschritt im Kinogeschäft sei. Zum anderen könne HFR die „Kinderkrankheiten“ von 3D ausbügeln.<sup>100</sup> Mit dem Begriff „Kinderkrankheiten“ ist anzunehmen, dass Peter Jackson das 3D-System als noch nicht ausgereifte Technologie ansieht, welche mit Qualitätseinbußen belastet ist. Die bisherigen 3D-Standardproduktionen, die mittels 24 Bildern in der Sekunde erzeugt wurden, generieren beim Abspielen Bewegungsunschärfe, sowie flackernde und ruckelnde Bilder.

<sup>98</sup> Quach, Peter Jackson spricht über das High Frame Rate-Verfahren, URL: <http://www.gamona.de/kino-dvd/der-hobbit-eine-unerwartete-reise,peter-jackson-spricht-ueber-48-hfr:news,2195669.html> Stand: 10.07.2013

<sup>99</sup> vgl. Klein, 3D Higher Frame Rate URL:

<http://www.odeon-apollo-kino.de/index.php?show=week&targetkino=staticseite&US=1779> Stand: 10.07.2013

<sup>100</sup> vgl. Unbekannt, 'DER HOBBIT' JETZT IN XX-TRA SCHARF, URL: <http://www.egofm.de/Themen/Entdeckt/Artikel/1255737/Der-Hobbit-jetzt-in-xx-tra-scharf/> Stand: 10.07.2013 und Marks, Peter Jackson erklärt seine Entscheidung für HFR 3D, Kritiker-Meinungen zeigen Tweet Sich durchwachsen <http://www.digitaleleinwand.de/2012/12/06/peter-jackson-erklaert-seine-entscheidung-fuer-hfr-3d-kritiker-meinungen-zeigen-sich-durchwachsen/> Stand: 10.07.2013

Abbildung 18: Bewegungsunschärfe <sup>101</sup>

In Abbildung 18 ist links ein Bild mit 24 Bildern in der Sekunde aufgenommen und rechts eins mit 48 Bildern. Der Vergleich verdeutlicht das positive Ergebnis, welches mit einer höheren Bildfrequenz erreicht werden kann. Die Bewegungsunschärfe, auch „Motion blur“ genannt, wird durch die Erhöhung der Bilder pro Sekunde beseitigt.

Auch das angesprochene Flimmern lässt sich im Kino oft beobachten. An älteren Röhrenfernsehern stellt sich der Effekt folgendermaßen dar: Schaut man nicht direkt auf den Bildschirm, sondern darüber oder daneben, wird ein sogenanntes Flimmern erkennbar. Bei Fernsehgeräten, die mit 100 Hz oder höheren Raten arbeiten, kommt dies nicht mehr vor. Wenn man von 24 Bildern oder gar 48 Bildern in der Sekunde spricht, bedeutet das nicht, dass hier die tatsächliche Anzahl der Bilder im Kino projiziert wird. Es werden viel höhere Bildfrequenzen erzeugt, um die unerwünschten Effekte wie Flimmern zu beseitigen. Dieses System wird je nachdem, wie viele Bilder gezeigt werden, „double flashing“ oder „triple flashing“ genannt. Ein normaler 3D-Film, der mit 24 Bildern in der Sekunde produziert wurde, wird demnach mit 72 Bildern für ein Auge und 144 Bildern für beide Augen pro Sekunde projiziert. Durch folgende Grafik wird dieses verdeutlicht.

Abbildung 19: „triple flashing“ <sup>102</sup>

<sup>101</sup> Siehe Anlage 2

<sup>102</sup> ebd.

Mit der Produktion von 48 Bildern in der Sekunde wird auf das Double Flashing System zurückgegriffen. Jedes Bild wird für jedes Auge zweimal projiziert. Somit kommt man für beide Augen auf eine Gesamtrate von 192 Bildern in der Sekunde.



Abbildung 20: „double flashing“ <sup>103</sup>

Das Flashing dient demnach dazu, die Wahrnehmung der sequentiellen Abfolge der Bilder auszuschließen.

In einem Interview fragte der Journalist Roland Huschke Peter Jackson, ob es schon wieder eine neue Revolution gäbe, obwohl sich das Publikum doch gerade erst an 3D gewöhnt habe.<sup>104</sup> Peter Jackson äußerte sich zu dieser Frage:

*„Wissen Sie, ich muss das Format nicht verteidigen. Jeder wird die Wahrheit bei „Der Hobbit“ selbst sehen können, und ich behaupte, dass es nur eine kurze Eingewöhnungsphase braucht. Keine Kopfschmerzen, kein Druck auf den Augen.“*<sup>105</sup>

In diesem Teil des Interviews nannte Peter Jackson neben den schon bekannten Augenproblemen weitere Negativeffekte (z.B. Kopfschmerzen).

Unklar ist, wie es zu körperlichen Reaktionen wie Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwindel kommen kann. Die Redakteure Jan-Keno Janssen und Ulrike Kuhlamm beschäftigten sich unter dem Titel „Krank durch 3D“ in dem Magazin c’t mit diesem Problem.

Um 3D ohne körperliche Einschränkungen betrachten zu können, müssen die Augen der Zuschauer das räumliche Sehen perfekt beherrschen können. In Deutschland haben rund vier Millionen Menschen Probleme mit dem räumlichen Sehen, äußerte Augenarzt Dr. Volker Steitz.<sup>106</sup> Wie schon bekannt, entsteht ein dreidimensionales Bild aus der Fusion zweier Bilder, die mit den Augen aus einer unterschiedlichen Perspektive gesehen werden. Jedoch müssen die Augen auf den selben Punkt gerichtet sein. Kleine Abweichungen (Schielen) führen nach Steitz bereits zu gesundheitlichen Be-

<sup>103</sup> ebd.

<sup>104</sup> vgl. Huschke, Interview mit Peter Jackson zu "Der Hobbit", URL: <http://www.tip-berlin.de/kino-und-film/interview-mit-peter-jackson-zu-der-hobbit> Stand: 14.06.2013

<sup>105</sup> ebd.

<sup>106</sup> vgl. Jassen, Kuhlmann, Krank durch 3D, <http://www.heise.de/ct/artikel/Krank-durch-3D-993788.html> Stand: 20.06.2013



schwerden .

Ein weiteres Merkmal ist die Qualität der 3D-Aufnahmen. Besitzen beide Stereobilder unterschiedliche Helligkeit, Kontrast oder Farbe, müssen diese Abweichungen im Gehirn korrigiert werden, was wiederum zu einer Anstrengung führt.

Eine dritte Ursache kann ein Konflikt zwischen Konvergenz und Akkomodation sein. Schaut man sich ein dreidimensionales Bild auf einem Display an, so müssen die Augen auf die Displayoberfläche fokussieren, obwohl der Fokuspunkt aufgrund der Dreidimensionalität hinter dem Display liegt<sup>107</sup>.

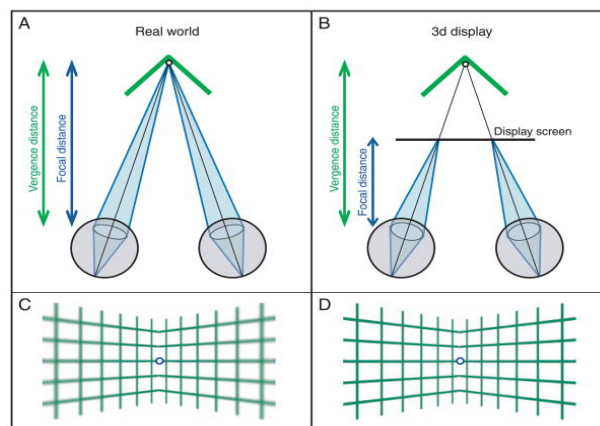


Abbildung 21: Vergence and focal distance with real stimuli and stimuli presented on conventional 3D displays.<sup>108</sup>

*„Untersuchungen haben ergeben, dass der räumliche Eindruck umso besser wird, je genauer Schärfe und Fokus zusammen passen. Die Fokusabweichungen fallen dabei mit wachsendem Abstand zum Display weniger störend ins Gewicht – der Fokus-Konflikt könnte den Zuschauer im heimischen Wohnzimmer also stärker beeinträchtigen als im großen 3D-Kinosaal.“<sup>109</sup>*

Wie im Kapitel 2.2.1 schon erläutert, gibt es wesentlich mehr Wahrnehmungshinweise, die nicht vernachlässigt werden dürfen. Die Schärfenwahrnehmung bei 3D-Inhalten passt beispielsweise nicht mehr mit denen der Realität zusammen<sup>110</sup>. *„Es fehlt hier der dem Sehapparat bekannte Zusammenhang zwischen Unschärfe/Akkommodation und*

<sup>107</sup> vgl. Hoffman, Girshick, Akeley, u.a.: Vergence–accommodation conflicts hinder visual performance and cause visual fatigue, Journal of Vision (2008) S.31 ff.

<sup>108</sup> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2879326/pdf/nihms202260.pdf>

<sup>109</sup> Jassen, Kuhlmann, Krank durch 3D, <http://www.heise.de/ct/artikel/Krank-durch-3D-993788.html> Stand:20.06.2013

<sup>110</sup> ebd.

*Entfernung. Die Auflösung dieses Konflikts – das Entkoppeln von Akkomodation und Augenbewegung – kann Unwohlsein und Müdigkeit auslösen.“<sup>111</sup>*

In einem Artikel des Zukunftsforschers Mark Pesce beschreibt dieser, dass ein erhöhter 3D-Konsum zu bleibenden Schäden führen könne.

*„When the movie's over, and you take your glasses off, your brain is still ignoring all those depth perception cues. It'll come back to normal, eventually. Some people will snap right back. In others, it might take a few hours. This condition, known as 'binocular dysphoria', is the price you pay for cheating your brain into believing the illusion of 3D. Until someone invents some other form of 3D projection (many have tried, no one has really succeeded), binocular dysphoria will be part of the experience.“<sup>112</sup>*

Obwohl sich die „binokulare Dysphorie“ nach wenigen Minuten legt, schließt dies jedoch nicht aus, dass bleibende Schäden, u.a. bei Kindern entstehen können.<sup>113</sup>

Wie hier erläutert, muss der 3D-Inhalt hochwertig produziert werden, um derartige Effekte zu vermeiden.

*„[...]Denn man kann Menschen mit schlecht gemachten S3D wirklich physisch verletzen; dies muss jedem Filmemacher der neuen Generation klar bewusst sein.[...]“<sup>114</sup>*

Es gibt viele Faktoren, die zu einer körperlichen Reaktion führen können. Jedoch kann nicht belegt werden, dass durch HFR diese Faktoren beseitigt werden können. HFR kann die genannten Stressfaktoren viel mehr nicht beseitigen.<sup>115</sup>

Im Interview mit Roland Huschke sagte Peter Jackson außerdem:

*„[...] Mit 48 Bildern pro Sekunde aber wirkt es, als hätte jemand ein Loch in die Rückwand des Kinos gesprengt, durch das man direkt auf die Realität blickt.“<sup>116</sup>*

An dieser Stelle ist noch einmal auf das in der Einleitung eingefügte Zitat hinzuweisen.

*„Wenn ein 3D-Film so ist, als würde man durch ein Fenster sehen, haben wir [nunmehr] die Glasscheibe aus dem Fenster entfernt und blicken direkt auf die Realität.“*  
Das Zitat von James Cameron und die Aussage von Peter Jackson verfolgen die selbe Intention. Es kann demnach gesagt werden, dass es beiden Regisseuren darum geht, Kino noch mehr Realität zu verleihen.

<sup>111</sup> ebd.

<sup>112</sup> Pesce, Keep doing that and you'll go blind, URL: <http://www.abc.net.au/unleashed/32814.html> Stand: 03.07.2013

<sup>113</sup> vgl. Jassen, Kuhlmann, Krank durch 3D, <http://www.heise.de/ct/artikel/Krank-durch-3D-993788.html> Stand: 20.06.2013

<sup>114</sup> Bolliger, Stereo-3D – Gestalterisches, Film & TV Kameramann Mai/2011, S. 42

<sup>115</sup> Siehe Anlage 1, Telefonat mit Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Ruppel.

<sup>116</sup> vgl. Huschke, Interview mit Peter Jackson zu "Der Hobbit", URL: <http://www.tip-berlin.de/kino-und-film/interview-mit-peter-jackson-zu-der-hobbit> Stand: 14.06.2013

## 3.2 Zuschauerreaktionen

Die Frage, die bis hierhin offen bleibt, ist, wie die Realität, die durch HFR erzeugt wurde, beim Publikum wirkt. Ist die Realität das neue Gestaltungsprinzip, welches für diese neue Verbindung von höherer frame rate und 3D steht? Stößt das Erleben dieser neuen Technologie auf Akzeptanz oder findet eine Loslösung von den alten Standards nur schwer statt? Viele Zuschauer und Kritiker schildern, dass HFR irritierend wirke. Der Filmjournalist Georg Immich äußerte sich in einer Rezension zum Filmeindruck und schrieb: „[...] *Insgesamt ist die Darstellung nahezu perfekt – aber, und das ist das Irritierende, will im Kopf nicht das gute, alte Kinogefühl aufkommen.* [...]“  
 [...] *Hinzu kommt ein paradoxes Phänomen: Die überbordende Detailfülle scheint das Gehirn davon abzuhalten, wirklich in die Ringe-Welt einzutauchen.* [...]“<sup>117</sup>

Die Frage ist nun, warum viele Kinobesucher ausdrückten, dass kein richtiges Kinogefühl entstand und sie sich nicht auf die Geschichte einlassen konnten. Der Wahrnehmungswissenschaftler James Kerwin erklärte in einem Interview aus wissenschaftlicher Sicht, wieso derartige Kritiken entstanden. Zusammengefasst sagte er, dass der Mensch in der Lage sei, 40 bewusste „Momente“ in der Sekunde wahrzunehmen. Die Augen können mehr Reize registrieren, jedoch bekommt das Bewusstsein nur weitaus weniger als 40 „Momente“ mit. Demnach kann gesagt werden, dass 40 „Momente“ in der Sekunde für den Menschen als real empfunden werden, und das wiederum lässt darauf schließen, dass der Mensch unterhalb von 40 „Momenten“ differenzieren kann. Schlussfolgernd bedeutet das, dass der Mensch auch zwischen realen und nicht realen Signalen unterscheiden kann. Ein Film mit 24 Bildern in der Sekunde kann vom Menschen als „nicht real“ wahrgenommen werden. Betrachtungen von Filmen mit mehr als 40 Bildern in der Sekunde erscheinen jedoch als „real“.<sup>118</sup> Dennoch besteht weiterhin die Frage, wieso Zuschauer diese reale Wahrnehmung stört.

Die Frage kann psychologisch beantwortet werden. Der Zuschauer weiß, dass im Film Requisiten, Schauspiel, Beleuchtung etc. dramaturgische Gestaltungen sind. Kommen nun die 24 Bilder in der Sekunde zur Anwendung, weiß man eindeutig, dass das Gezeigte nicht der Realität entspricht. Der Mensch hat sich an diese künstlichen Konventionen im Laufe der Geschichte gewöhnt und sie akzeptiert. Den Film mit 24 Bildern in

<sup>117</sup> Immich, HFR-Hobbit: Peter Jacksons hyperrealistische Bildästhetik, URL: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/HFR-Hobbit-Peter-Jacksons-hyperrealistische-Bildästhetik-1768236.html> Stand: 10.07.2013

<sup>118</sup> vgl. Yamato, The Science of High Frame Rates, Or: Why 'The Hobbit' Looks Bad At 48 FPS URL: <http://movieline.com/2012/12/14/hobbit-high-frame-rate-science-48-frames-per-second/> Stand: 10.07.2013 und Zimmer, Der Hobbit: Wissenschaftler erklärt warum HFR 3D seltsam wirkt URL: <http://www.filmjunkies.de/news/hobbit-wissenschaftler-erklart-hfr-45358.html> Stand: 10.07.2013

der Sekunde zu sehen, ist die Art und Weise, Kino anzuerkennen und den Zweifel an der Realität aufzuheben. Der Begriff dafür ist „suspension of disbelief“. <sup>119</sup>

„Der Hobbit“ ist ein fiktives Werk, welches jedoch real gezeigt wird. Es entsteht somit ein Konflikt, auf den manche Menschen sich nicht einlassen können.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die Auffassung, dass der Film schneller abläuft als üblich. Der Kritiker Stefan Zörnig äußerte sich in seinem Webblog wie folgt: „[...]Peter Jackson hat den Hobbit jedoch in 48 Bildern pro Sekunde gedreht und so ist er auch in vielen Kinos zu sehen. Aufgefallen ist mir dabei, dass langsame Bewegungen (z.B. wenn Bilbo in seinem Haus der Hausarbeit nachgeht) sehr schnell aussehen. Ich hatte mich nach ca. 30 Minuten daran gewöhnt und dann war es beeindruckend, wie gut die Qualität des Bildes, gerade bei digitalen Sequenzen, war. Man hatte jedoch teilweise nicht das Gefühl einen Kinofilm zu sehen, sondern wurde vom Sehgefühl an eine TV Produktion erinnert, da diese in Deutschland auch bei 50 Halbbildern pro Sekunde laufen. [...]“ <sup>120</sup>

Die gleiche Wahrnehmung hatte auch der Herausgeber des Online-Filmmagazin Christian Mester. In seiner Rezension schrieb er, dass am Anfang des Films schnelle Bewegungen zu erkennen seien. <sup>121</sup>

Dass der Film selbst oder Bewegungen schneller abzulaufen scheinen, kann hier nicht belegt werden. Dieser Eindruck könnte auf das ungewohnte Seherlebnis zurückzuführen sein, da die Bilder flüssiger und lebhafter erscheinen. Eine Vielzahl Kritiker schreiben jedoch, dass man sich nach kurzer Zeit an die flüssigen Bewegungen gewöhnt.

Andererseits wird bemängelt, dass das Bild zu scharf, künstlich und wie in einer „Seifenoper“ wirke. <sup>122</sup> Man sähe zu viel Details heißt es. Weitere Kritiker glauben, aufgrund der Schärfe und Detailfülle das Make up der Schauspieler zu sehen. <sup>123</sup> Georg Immich stellte sich die Frage in seinem Artikel, ob dies an Peter Jacksons Bildästhetik, oder an der HFR-Technik liege.

Der Aussage, dass das gesamte Bild durch HFR schärfer wirkt und man daher mehr Details erkennt, kann nur bedingt zugestimmt werden. Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Ruppel

119 ebd

120 Zörnig, Kinokritik: Der Hobbit – stark erweitert in 3D und HFR, URL: <http://www.zoernig.de/blog/eintrag/der-hobbit-teil1-3d-hfr-kino> Stand: 10.07.2013

121 vgl. Mester, Kritik: High Frame Rate 48 Frames-per-second 3D (HFR 3D) URL: <http://www.bereitsgesehen.de/kritik/kritikhfr3d.htm> Stand: 10.07.2013

122 vgl. Immich, HFR-Hobbit: Peter Jacksons hyperrealistische Bildästhetik URL: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/HFR-Hobbit-Peter-Jacksons-hyperrealistische-Bildaesthetik-1768236.html> Stand: 10.07.2013

123 vgl. Richter, Der Hobbit im Vergleich der 3D HFR, 3D und 2D Versionen, URL: <http://www.slashcam.de/news/singie/Der-Hobbit-im-Vergleich-der-3D-HFR--3D-und-2D-Vers-10336.html> Stand: 10.07.2013

von der Hochschule Rhein-Main stellte selbst Forschungsergebnisse zu high frame rates vor<sup>124</sup> In einem Telefonat äußerte er, dass die Schärfe bei unbewegten Bildern keinen Unterschied mache.<sup>125</sup> Bei HFR-Produktionen mit einer schlechten Beleuchtungssituation ist es sogar möglich, dass eher ein Rauschen im Bild wahrnehmbar ist. An diesen Stellen wäre die lange Belichtungszeit der Standardproduktionen mit 24 Bildern in der Sekunde hilfreich. Tendenziell wird bei HFR-Produktionen aufgrund der kurzen Belichtungszeiten mehr Licht benötigt.<sup>126</sup>

Christian Mester erwähnt in seiner Filmkritik auch positive Effekte. Er sagt, dass der Film augenschonender wirke und unterstützt somit die Aussage von Peter Jackson. Mester schrieb weiter: [...] „*Auch ist das Empfinden in der Tat ein wesentlich angenehmeres - die Bilder sind immer weich, das Auge muss sich nicht ständig umgewöhnen, man empfindet es als flüssig und könnte Stunden am Stück sehen.*“[...] Auch Steffen Zörnig betonte, dass er ein angenehmes Sehgefühl empfand: „[...] *Positiv empfand ich die 48 Bilder pro Sekunde auch auf den 3D-Effekt, der auf mich ruhiger und weniger anstrengend für die Augen und das Gehirn wirkte. Die 3D-Umsetzung ist Peter Jackson dabei hervorragend gelungen, ohne aufgesetzt oder nutzlos zu wirken.* [...]“<sup>127</sup>

## 4 Auswertung der Vor- und Nachteile

Dieses Kapitel fasst nochmals alle Vor- und Nachteile zu HFR-3D aus den vorliegenden Kapiteln zusammen. In den Unterkapiteln werden einzelne Punkte zentralisiert und die Vor- oder Nachteile begründet.

---

124 vgl: Ruppel: Veröffentlichungen. URL: <http://www.hs-rm.de/ing/ueber-uns/personen/personen-im-fb-ing/prof-dr-ing-wolfgang-ruppel/ausgewaehlte-veroeffentlichungen/index.html> Stand: 17.07.2013

125 Siehe Anlage 1

126 ebd.

127 Zörnig, Kinokritik: Der Hobbit – stark erweitert in 3D und HFR, URL: <http://www.zoernig.de/blog/eintrag/der-hobbit-teil1-3d-hfr-kino> Stand: 10.07.2013

## 4.1 Die Vorteile

### Bewegungsunschärfe

Die Tatsache, dass eine Erhöhung der Bildfrequenz die Qualität in Form der Bewegungsschärfe verbessert, ließ sich am Beispiel in Kapitel 3.1 der Arbeit nachweisen. Jedoch ist dies nur bei Bewegung im Bild der Fall. Simon Spielmann, Forscher an der Filmakademie Baden-Württemberg in Ludwigsburg äußerte sich dazu in einem Artikel, dass die Bewegungsunschärfe auch ein künstlerisches Mittel sei, was nun weg falle.<sup>128</sup>

Jedoch ist hier zu bemerken, dass es noch weitere wesentliche Faktoren gibt, mit denen die Bewegungsschärfe beeinflussbar ist, wie zum Beispiel durch Veränderungen der Belichtungszeit, Geschwindigkeit des Objektes und/oder der Kamerabewegungen. Wäre es also ein Stilmittel des Films, Bewegungsunschärfe als dramaturgisches Element einzubauen, würde dies auch bei einem Film möglich sein, der mit einer höheren Bildfrequenz produziert wurde.

### Beanspruchung der Augen

Das Seherlebnis ist durch flüssigere Bewegungen augenschonender. Dies kann jedoch nur der Bildfrequenz zugute kommen. Durch falsche Einstellungen des 3D-Materials könnten trotz allem Ermüdungserscheinungen an den Augen auftreten. Wie in den Ausführungen beschrieben, verursacht 3D mit seinen speziellen Wahrnehmungsreizen, dass Augenmuskeln und Gehirnleistung verstärkt beansprucht werden.

Die Verbesserung durch die flüssigere Bewegungen, die gerade dem schon sehr anstrengenden 3D-Eindruck entgegen wirkt, kann ganz klar als positiver Punkt angerechnet werden.

### Flimmern

Ein weiterer Vorteil ist die Reduzierung des Flimmerns, welche ein besseres Seherlebnis gewährleistet. Da sich das Publikum nach Einführung von 100 Hz-Fernsehern und LCD-Monitoren, Plasma-Bildschirmen etc. an ein flimmerfreies Bild gewöhnt hat, ist dies sicher eine Voraussetzung für den Zuschauer, auch im Kino den Flimmereffekt

---

<sup>128</sup> vgl. Tesche, Honsel, Die Verwandlung, URL: <http://www.heise.de/tr/artikel/Die-Verwandlung-1860775.html> Stand: 10.07.2013

nicht zu sehen. Dennoch muss, wie in Kapitel 3.1 beschrieben, ein „flashing“ durchgeführt werden. Jedoch reicht bei HFR-Material ein double-flashing aus. Aus diesem Grund kann dem HFR-System ein positiver Punkt zugeschrieben werden.

### **Kreativer Spielraum**

HFR bietet den Filmemachern mehr kreative Möglichkeiten und somit mehr Spielraum in der Gestaltung. Mit 24 Bildern in der Sekunde musste der Kameramann darauf achten, dass Kameraschwenks nicht zu schnell ausgeführt wurden oder dass etwas durch das Bild „sauste“.<sup>129</sup> Das Produzieren mit 48 Bildern in der Sekunde bietet deshalb mehr Freiheit in der Gestaltung.

Aus Sicht der Filmemacher ist dies durchaus ein positiver Punkt, der hier berücksichtigt werden kann.

## **4.2 Die Nachteile**

### **Stressfaktoren**

Voraussetzung für die problemlose Betrachtung von 3D-Inhalten ist ein uneingeschränktes Sehvermögen. Fokussiert das linke und zugleich das rechte Auge auf eine leicht abweichende Stelle (Schielen), so kann das den Seheindruck stören und folglich körperliche Beschwerden hervorrufen.

Bei Unterschieden in den Bildern muss das Gehirn bei der Fusion der Bilder diese ausgleichen, was als anstrengend empfunden wird. Auch der Konflikt zwischen Konvergenz und Akkommodation wurde angesprochen. Es wurde zudem festgestellt, dass diese Faktoren nicht durch eine höhere Bildfrequenz behoben werden können. Aus diesem Grund bleibt auch dies weiterhin ein Nachteil in der 3D-Produktion.

### **Kinoerlebnis**

Einige Kritiker und Kinobesucher heben den subjektiven Eindruck hervor, es entstehe „kein richtiges Kinogefühl“. Die Illusionen gingen durch den Realismus verloren und es fehle die Aufhebung des Zweifels an der Realität.

---

129 vgl. sieh Anlage 1

Im Standardkino sieht das Publikum Unreales durch ein unreales Fenster,<sup>130</sup> was zu einer Akzeptanz führt. Bei HFR sieht das Publikum Unreales durch ein reales Fenster, was zu einem Konflikt führt. Die Zuschauer haben sich im Laufe der Zeit an das Standardkino gewöhnt.

### **Schnellere Wahrnehmung der Bilder**

Einige Zuschauer und Kritiker nehmen den Film „Der Hobbit“ gerade am Anfang des Films als „schnell“ wahr, beschreiben dies als hektisch und andere haben den Eindruck, dass der Film vorgespult würde. Dies konnte aber nicht belegt werden und kann nur auf die unterschiedliche Wahrnehmung zurückzuführen sein. Viele äußerten sich, dass sie sich nach kurzer Zeit an die zunächst ungewohnt erscheinenden flüssigen Bilder gewöhnt hatten. Dennoch kann dies als Störfaktor betrachtet werden, der zu Irritationen führen kann, welche dem Zuschauer das Eintauchen in die Geschichte durch die ungewohnt flüssigen Bewegungen erschweren kann.

### **Das Bild wirkt zu scharf**

In vielen Medienberichten wurde von den Lesern und Filmkritikern häufiger bemängelt, dass das Bild zu scharf, zu detailreich und auch zu bunt wirke. Die zu scharfe Darstellung kann jedoch nur bedingt auf HFR zurückzuführen sein. Nur in Bewegungen ist ein Unterschied zu herkömmlichen Kinoproduktionen mit 24 Bildern in der Sekunde nachweisbar.

Die Frage, die sich noch stellt, ist, wieso ein scharfes Bild zu Kritik führt. Hier wird wiederholt die Echtheit und die reale Darstellung als Begründung angegeben. Demnach kann hier gesagt werden, dass den Zuschauern der übliche Kinolook fehlt, in dem man ganz klar erkannte, dass dies nicht die Realität darstellt. Da dieser Punkt das Kinoerlebnis stören kann, kann die Schärfe an dieser Stelle als Nachteil bezeichnet werden.

---

130 Das „Fenster“ wird wie von James Cameron in seinem Zitat verwendet als die Sichtweise wie ein Film gesehen wird interpretiert. Das „Fenster“ könnte demnach eine Leinwand oder ein Bildschirm sein durch den wir in den Film schauen. (siehe Einleitung)



## 4.3 Auswertung

Vor und Nachteile für den Kinobesucher

Vorteile	Nachteile
Eine höhere Bildfrequenz wirkt sich positiv auf die Bewegungsunschärfe aus.	Stressfaktoren beim stereoskopischem Film, auch bei HFR-Inhalten vorhanden.
Die flüssige Wahrnehmung kann zu einem angenehmeren Sehen führen.	Es kommt beim Zuschauer kein richtiges Kinogefühl auf.
Filmmacher haben mehr kreativen Spielraum.	Film wird für manche Zuschauer als schneller wahrgenommen.
Die höhere Bildfrequenz reduziert den unerwünschten Flimmereffekt.	Das Bild wirkt zu scharf und demnach zu detailgetreu.

Tabelle 1: Vor- und Nachteile von HFR-3D

Der größte Konflikt der hier dargestellten Negativpunkte liegt nicht in der Filmtechnik, sondern ist bei der Wahrnehmung erkennbar. (Technische Nachteile können in der Regel immer nachvollzogen und in der Zukunft behoben werden. Sollte eine Behebung technisch nicht möglich sein, kann dieser Nachteil jedoch klar nachvollzogen und belegt werden.)

Da sich die Wahrnehmung als Leistung des Bewusstseins bei Menschen unterschiedlich darstellt, ergibt sich die Frage, ob eine Beseitigung der Negativpunkte in der Zukunft erfolgen wird. Kino als Unterhaltungsmedium zieht Besucher an, die diese Art von Unterhaltung erleben möchten. Auf Grund der Berichte, dass HFR für das Erleben und Eintauchen in die Illusion des Films einen Störfaktor darstellt und einen Kritikpunkt mit hoher Signifikanz bedeutet, kann an dieser Stelle klar gesagt werden.

Beachtet man neben den HFR-3D-Kritiken auch die Äußerungen zur allgemeinen Bildästhetik wie Farbe, Detailfülle, etc. kann man von einer Übersteigerung der Wirklichkeit sprechen und den Film im gesamten als hyperrealistische Darstellungsform bezeichnen.

## 5 Zusammenfassung und Problemlösung

HFR ist nach Intentionen der Regisseure ein Zusatz zum 3D-Film, um die Qualität sowie das Erlebnis zu verbessern. Jedoch kommen Zweifel an der Aussage auf, dass hierin genau der Mehrwert liegen soll. Beim Einsatz von HFR werden zwar positive Effekte erzeugt, diese sind jedoch in den meisten Fällen auf technische Aspekte zurück zu führen, die allerdings die Wahrnehmung der Zuschauer spürbar beeinträchtigen und zu negativen Kritiken Anlass geben. Angesichts dessen, dass die technische Verbesserung durch HFR die Augen schonen kann, führte dies wiederum auch zu einer positiven Wahrnehmung. Zu klären bleibt noch, welche Auswirkungen es auf den Menschen haben würde, in seine Gewohnheiten einzugreifen. In welche Richtung verändert sich die Akzeptanz? Das Thema HFR ist noch zu neu, um auf aussagekräftige Studien zurück greifen zu können. Eine Untersuchung der Gewohnheiten der Akzeptanz bei Zuschauern würde den Rahmen dieser Arbeit und des Themas sprengen.

Wenn es momentan den Anschein erweckt, dass HFR bei einem derartigen Film wie „Der Hobbit“ zu keinem Mehrwert führt, sondern eher das Gegenteilige zutrifft, worin könnte demnach der Sinn liegen? Folgende Leitsätze sollen dies verdeutlichen:

Geschichte nicht real + Fenster nicht real = Akzeptanz

Geschichte nicht real + Fenster real = Konflikt

Schaut man sich diese beiden Leitsätze an, müsste folgender Leitsatz zu einer weiteren Akzeptanz führen:

Geschichte real + Fenster real = Akzeptanz

Benötigt wird also ein realer Inhalt im Film. Demnach würde gemäß dieses Leitgedankens HFR in Dokus, Sport, oder Live-Show Genres, die reale Inhalte präsentieren, mehr Sinn machen. Bei der Darstellung käme es für die Gewichtung auf das Genre des Films an. Die filmtechnische Übersetzung soll mit dem Inhalt des Films übereinstimmen. Auch die Frage nach dem Mehrwert wäre damit im Ansatz zu beantworten.

## 6 Die Zukunft

Abzuwarten bleibt, was Filmemacher zukünftig erfinden, um Kino noch realistischer werden zu lassen. James Cameron forscht mit seinem Partner an weiterführender Technik und es heißt, dass Cameron beabsichtigt, den zweiten Teil von AVATAR mit 60 oder sogar 120 Bildern in der Sekunde zu produzieren. Ein Film, der mit 120 Bildern in der Sekunde aufgenommen wurde, ließe sich dennoch in niedrigeren Frame rates abspielen, sagte Cameron in einem Interview.

*“There were lots of arguments for why 48 and why 60. My feeling is if it is a software upgrade (for digital cinema projectors), do both. It doesn’t change anything at the projector; you don’t have to change the lamp house or the lenses. If you are uploading software you can upload it for 48 and 60 and let the filmmakers decide.”*

Camerons Sicht ist also, es wäre für das Kinoerlebnis bedeutungslos, ob ein Film in 48 oder 60 Bildern in der Sekunde produziert würde. Diese Entscheidung soll den Filmemachern selbst überlassen bleiben. Projektoren könnten für die Wiedergabe entsprechend der gewünschten Framerate eingestellt werden.

Auch in der 3D-Technik gibt es die Möglichkeit, 3D-Inhalte ohne die Verwendung einer Brille anzusehen. Vorstellen kann man sich dies am besten mit einem Wackelbild, welches bei Betrachtung in verschiedenen Winkeln ein anderes Bild zeigt. Dies klappt nun auch mit bewegten Bildern, indem im Monitor gleichzeitig zwei Bilder für das linke und für das rechte Auge gezeigt werden.<sup>131</sup> Das Licht der einzelnen Pixel wird über Linsenraster oder Streifenmasken in leicht verschiedene Richtungen abgelenkt und somit erhalten die Augen das jeweils für das eine und das andere bestimmte Bild. Der Nachteil ist allerdings, dass man seine Position nicht verlassen darf, da sonst der 3D-Eindruck schwindet. Entwickler haben demnach ein System entwickelt, mit dem durch Infrarotsensoren die Kopfbewegungen des Betrachters zu erfassen sind und den 3D-Effekt korrigieren.<sup>132</sup> Durch die Entwicklung einer neuen Linsentechnologie ist es zudem möglich, dass mehrere Betrachter den 3D-Eindruck wahrnehmen können. Um weitere Blickwinkel zu ermöglichen, müssen daher weitere Bildpunkte auf dem Display erzeugt werden.<sup>133</sup>

Ein Ereignis, welches in den Medien für Schlagzeilen sorgte, war der Auftritt von Tupac Shakur auf dem COACHELLA-FESTIVAL 2012. Auf einer Bühne performte Musiker

---

<sup>131</sup> vgl. Maier, 2012, S. 43 f.

<sup>132</sup> ebd.

<sup>133</sup> vgl. Unbekannt: So funktioniert 3D ohne Brille, Videoquelle: <http://youtu.be/CJLaumNA8zM> Stand: 10.07.2013

Tupac anscheinend zusammen mit Snoop Dogg live einen Song. Tupac starb jedoch 1996 im Alter von 25 Jahren, stand aber trotzdem auf der Bühne vor einem Livepublikum. Die Vision, die man auf der Bühne sah, war ein Hologramm, das eine dreidimensionale Abbildung eines Objektes erzeugt. Gleichwohl kann man wie bei einem realem Gegenstand auch um das Hologramm herumlaufen. Wissenschaftler und Entwickler forschen seit Langem an der Fähigkeit, Hologramme zu erzeugen.<sup>134</sup>



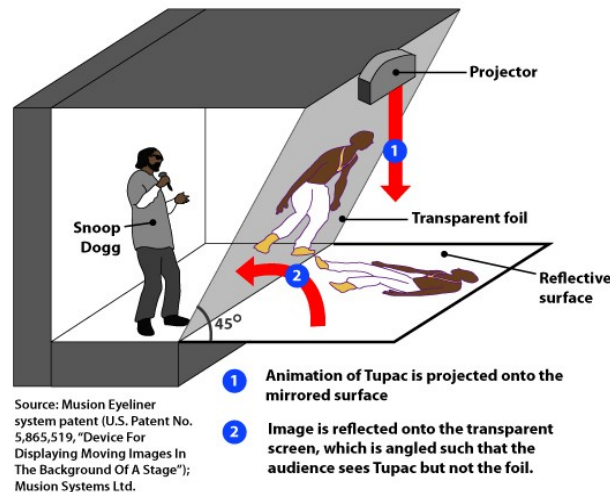
Abbildung 22: COACHELLA-FESTIVAL 2012, links Rapper Snoop Dogg und rechts der 1996 verstorbene Musiker Tupac<sup>135</sup>

Die Veröffentlichung der hier durchgeführten Methode zur visuellen Erzeugung des verstorbenen Musikers, wurde durch die Grafik in Abbildung 22 veröffentlicht. Die Illusion wurde demnach mittels eines Projektors auf eine reflektierende Ebene gestrahlt, welche das Bild auf eine Folie zurück warf. Die angewandte Methode wird zwar als Hologramm bezeichnet, allerdings handelt es sich hierbei um ein zweidimensionales Bild, welches in 3D erstellt wurde. Die dabei eingesetzte Technik wird „Mylar-Schirm“ genannt<sup>136</sup>. Auch wenn die Methode kein Hologramm im eigentlichen Sinne darstellt, kann dies jedoch in Zukunft ein voll ausgereiftes technisches System werden. Wie in der Arbeit erörtert wurde, begann die Entwicklung zur Erzeugung von stereoskopischen Inhalten mit den damals zu Verfügung stehenden Hilfsmitteln. Mit stetiger Weiterentwicklung der technischen Möglichkeiten entstand daraus ein fast ausgereiftes Unterhaltungsmedium.

<sup>134</sup> vgl. Karabas, Schwebende Hologramme erobern die Unterhaltungsindustrie URL: <http://www.wiwo.de/technologie/digitale-welt/3-d-effekt-ohne-brille-schwebende-hologramme-erobern-die-unterhaltungsindustrie/7077324.html> Stand: 10.07.2013

<sup>135</sup> <http://cdn1.spiegel.de/images/image-339910-galleryV9-fdob.jpg>

<sup>136</sup> vgl. Smith, Das unglaubliche Comeback des toten Rappers Tupac, URL: <http://www.wallstreetjournal.de/article/SB10001424052702303513404577351153486584464.html> Stand: 10.07.2013



Graphic by Roxanne Palmer for the International Business Times

Abbildung 23: Methode des Tupac Auftritts<sup>137</sup>

Während sich diese Arbeit ausschließlich mit der Wahrnehmung über das Sehorgan und der Qualität der abgebildeten Realität im Kino beschäftigt, ist zu erwähnen, dass es schon seit 2009 erfolgreiche Versuche gab, Filme durch die Anregung und Einbeziehung weiterer Sinnesorgane emotional anzuregen. Durch wackelnde Stühle, Lichteffekte, Wind, Nebel, Wasser sowie Geruchsstoffe, bekommen Kinobesucher die Realität der Handlung noch intensiver zu spüren. 4DX heißt diese neue Technologie, welche ein besonderes Kinoerlebnis bietet, was es aber bisher nur in China, Thailand, Russland, Mexiko, Israel und einigen Ländern Südamerikas gibt.<sup>138</sup>

## 7 Fazit

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in Unterhaltungsmedium „Film“ insbesondere der 3D-Kinofilm im Laufe der Jahre immer präsent war. Aufgrund der Fähigkeit der Tiefenwahrnehmung des Menschen wurde durch fortlaufende Forschung und Verbesserung der technischen Möglichkeiten eine Weiterentwicklung der Qualität des Materials erreicht und den Regeln der Wahrnehmungsphysiologie angepasst. Festzuhalten bleibt, dass es immer noch erkennbare Unterschiede in der Qualität von 3D-Filmen gibt. Durch die Digitalisierung schreiten die Möglichkeiten, 3D-Inhalte noch weiter zu verbessern und zu optimieren, weiter fort. Kino wurde auf diese Weise immer realistischer. Mit dem Einsatz von HFR trafen die Filmemacher beim Menschen anscheinend einen sensiblen Punkt, in dem sie mit dieser „neuen“ Technik einen Einschnitt in die

<sup>137</sup> <http://www.gizmodo.de/wp-content/uploads/2012/04/original61.jpg>

<sup>138</sup> vgl. Lorenz, Vergesst 3D und HFR: Hier kommt 4DX, URL: <http://www.robots-and-dragons.de/artikel/vergesst-3d-und-hfr-hier-kommt-4dx> Stand: 05.07.2013

bisherigen Seh- und Wahrnehmungsgewohnheiten der Menschen erzeugten. Aus einer glaubhaft technischen Frage entwickelte sich eine Verhaltensfrage der Wahrnehmung. Bei der Umsetzung der technischen Verbesserungen wurden aber die Resultate, die sich aus den Veränderungen der Gewohnheiten ergaben, insbesondere hinsichtlich der Wahrnehmung nicht berücksichtigt. Neben anderen negativen Aspekten scheint dies die gravierendste Kritik am Beispiel des Films „Der Hobbit“ zu sein. Der Mensch gerät in einen Konflikt, wenn er nicht reale Inhalte in einer realen Weise dargeboten bekommt. Diese Erkenntnis konnte mittels einer wissenschaftlich fundierten Erklärung gefunden werden.

Ein Lösungsansatz der aufgeführten Probleme liegt darin, HFR vorzüglich nur für bestimmte Inhalte einzusetzen: Dokumentationen, Sportveranstaltungen und Live Sendungen haben realen Inhalt und können daher durch die von HFR erzeugte reale Sichtweise eher auf eine Akzeptanz treffen.

Zukünftig ist vorgesehen, dem Kinobesucher durch Einsatz neuer Technologien einen noch realeren Eindruck des Filmgeschehens zu vermitteln. Dahingehend müsste mit weiteren Untersuchungen festgestellt werden, ob dann kritische Bewertungen auch in gleicher oder ähnlicher Weise erfolgen wie nach dem Film „Der Hobbit“. Spannend bleibt die Frage, ob der HFR-Kinofilm in der Wirkung einen Rückschritt bedeutet oder ob das Publikum sich an die neue hyperrealistische Darstellungsform gewöhnen wird.

James Cameron sagte, dass er auch seine nächsten Projekte in HFR-3D produzieren werde. Nach den heftigen Kritiken, die nach der Veröffentlichung des Films „der Hobbit“ geäußert wurden, waren von Cameron keine weiteren Äußerungen zu HFR in den Medien aufgetaucht.

Eine Komponente der Lösung ist, auf den Mehrwert zu schauen und HFR da einzusetzen, wo es mehr Sinn machen könnte. Will man HFR beibehalten, muss man sich Gedanken über den zu zeigenden Inhalt machen. Die Illusion darf nicht leiden.

# Literaturverzeichnis

## Bücher

- BALTZER Nanni, Kersten Wolfgang F.: Weltenbilder. Berlin 2011
- BORSTNAR Nils: Einführung in die Film- und Fernsehwissenschaft. 2. Auflage Konstanz 2008
- BRILL Manfred: Virtuelle Realität. Heidelberg 2009
- DÜCK Michael: Der Raum und seine Wahrnehmung. Würzburg 2001
- EIGLSPERGER Birgit: Differenziertes Raumwahrnehmen im plastischen Gestaltungsprozess Eine Untersuchung zur Anwendung des 'Cognitive-Apprenticeship-Ansatzes' beim Modellieren eines Selbstporträts. Regensburg 2000
- GAUTZSCH Steffen: 3D-Kino im Wohnzimmer: Analyse einer Unterhaltungs-Revolution durch Stereoskopie. Hamburg 2012
- HAHN Philipp: Mit High Definition ins digitale Kino: Entwicklung und Konsequenzen der Digitalisierung des Films. Marburg 2005
- HECHT Heiko, Desnizza Wolfgang: Psychologie als empirische Wissenschaft: Essentielle wissenschaftstheoretische und historische Grundlagen. Heidelberg 2012
- JAKLITSCH, Walter: Handbuch der Laufbildfotografie. Wien 2004
- KEBECK Günther: Wahrnehmung: Theorien, Methoden und Forschungsergebnisse der Wahrnehmungspsychologie. 2. Auflage, München 1997
- KRAMME Rüdiger: Springer Wörterbuch Technische Medizin. Heidelberg 2004
- KÜLLENBERG Birgit, GOERTZ Wolfram: Augen-Sprechstunde. Heidelberg 2011
- LORD Barry, Lord Gail Dexter: The Manual of Museum Exhibitions. Oxford 2001
- LORENZ Dieter: Fotografie und Raum: Beiträge zur Geschichte der Stereoskopie. Münster 2012
- MAYER Horst O.: Einführung in die Wahrnehmungs-, Lern- und Werbe-Psychologie. 2. Auflage, München 2005

- MEIER, Constance: Das kinematographische Verfahren in Robert Musils Erzählungen. 2002
- METZGER Wolfgang: Gesetze des Sehens. Frankfurt am Main 1953
- NIEGEMANN Helmut M., Domagk Steffi, Hessel Silvia, u.a.: Kompendium multimedialen Lernen. Heidelberg 2008
- POGGENDORFF, Joachim Christian: Annalen der Physik, Band 90. Leipzig 1853
- POLLMANN Stefan: Allgemeine Psychologie. München 2008
- SCHMIDT, Ulrich: Professionelle Videotechnik. Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, Geräte- und Studioteknik in SD, HD, DI, 3D. 5 Auflage, Hamburg 2009
- SCZEPEK Jörg: PhotoWissen - 5 Natürliches Licht: Naturwissenschaften und Psychologie für Photographen. Norderstedt 2011
- SENF, Erhard: Entwicklungsphasen der Stereofotografie, Stereoskopie, Museum für Verkehr und Technik. Berlin 1989
- TAUER Holger: Stereo-3D. Berlin 2010
- THOMMES Joachim: In jeden dieser Filme wollte ich Kunst reinbringen, soviel ich nur konnte. Hugo Niebeling, die Mannesmann Filmproduktion und der bundesdeutsche Wirtschaftsfilm 1947 - 1987. Essen 2008
- TOLKIEN J.R.R.: Der Hobbit oder hin und zurück. 2008
- WAGENER Claudia, Jockenhövel Jesko, Gibbon Mariann, u.a.: 3D-Kino Studien zur Rezeption und Akzeptanz. Wiesbaden 2012
- ZONE Ray 3-D Revolution: The History of Modern Stereoscopic Cinema. Kentucky 2012



### **Akademische Arbeiten**

- MAIER Martin: Werbe- und Wirtschaftsfilm in Stereo-3D: Eine Betrachtung aus der Sicht des Filmproduzenten. Hamburg 2012, Bachelorarbeit
- EDLER Manuel: 3D Digital – Die Zukunft des Kinos. Gehört 2D bald wirklich der Vergangenheit an? Ein Vergleich zwischen der ersten 3D-Phase Anfang der Fünfziger und der aktuellen Entwicklung. Berlin 2010, Bachelorarbeit
- HOLTE, Benjamin: Einsatzmöglichkeiten der virtuellen Realität im Produktlebenszyklus. Norderstadt 2010, Diplomarbeit
- HERBST Maren: Der Herr der Ringe - Vom Kult-Buch zum Merchandising-Erfolg - Eine Betrachtung der wirtschaftlichen Verwertung eines Bestsellers und erfolgreichen Films. 2005 Studienarbeit

### **Zeitschriften**

- HOFFMAN, Girshick, Akeley u.a.: Vergence–accommodation conflicts hinder visual-performance and cause visual fatigue. in Journal of Vision (2008), 1-30
- BOLLIGER, Stereo-3D – Gestalterisches in Film & TV Kameramann (Mai/2011), 1-50

### **Internetschriften**

- FUNKE Joachim: Monokulare Tiefenkriterien URL: [http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/w/w6\\_raum/w620\\_monokulare\\_tk.htm](http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/w/w6_raum/w620_monokulare_tk.htm) Stand: 05.07.2013
- GERLICH Günther: Geschichte der Stereoskopie, URL: <http://www.photographische-gesellschaft.at/index.php?go=stereo&site=stereo.php&usite=89&umen=55> Stand: 10.07.2013
- HÄLBIG, Karsten: Kaiser-Panorama, URL: <http://www.kaiser-panorama.de/rubin/kaiserpanorama.htm> Stand: 10.07.2013
- JAKOB Bettina: Unsere Vorstellung ist «nur» zweidimensional, URL: [http://www.uniaktuell.unibe.ch/content/geistgesellschaft/2010/unsere\\_vorstellung\\_ist\\_nur\\_zweidimensional/index\\_ger.html](http://www.uniaktuell.unibe.ch/content/geistgesellschaft/2010/unsere_vorstellung_ist_nur_zweidimensional/index_ger.html) Stand: 10.07.2013

- JOCKENHÖVEL Jesko: Der stereoskopische Filmraum Immersion und Kohärenz in Henry Selicks CORALINE und Tim Burtons ALICE IN WONDERLAND, URL: [http://www.rabbiteye.de/2010/2/jockenhoevel\\_stereoskopischer\\_raum.pdf](http://www.rabbiteye.de/2010/2/jockenhoevel_stereoskopischer_raum.pdf) Stand: 11.07.2013
- KITTER, Kohzer: Bildformate & Projektion URL: [http://www.kinokompodium.de/service\\_bild.htm](http://www.kinokompodium.de/service_bild.htm) Stand: 11.07.2013
- KLEBER Reinhard 3D-Kino: Geschichte und Zukunft, URL: [http://www.kinofenster.de/themen-dossiers/dossier\\_stereoskopie\\_die\\_dritte\\_dimension\\_im\\_kino/3d\\_kino\\_geschichte\\_und\\_zukunft/](http://www.kinofenster.de/themen-dossiers/dossier_stereoskopie_die_dritte_dimension_im_kino/3d_kino_geschichte_und_zukunft/) Stand: 08.07.2013
- KOESLING, Hendrik: Tiefenwahrnehmung, Stereosehen URL: <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/05-vab2011-hk-tiefe.pdf> Stand: 27.06.2013
- KOHLER: Geschichte der Stereoskopie, URL: [http://www.3d-historisch.de/Geschichte\\_Stereoskopie/Geschichte\\_Stereoskopie.htm](http://www.3d-historisch.de/Geschichte_Stereoskopie/Geschichte_Stereoskopie.htm) Stand: 05.07.2013
- LECHNER Gabriele: Stereoskopie-Grundlagen, Teil 4: Shutter- oder Zeitmultiplextechnik URL: <http://www.camgaroo.com/camgaroo-academy/artikel/details/stereoskopie-grundlagen-teil-4-shutter-oder-zeitmultiplextechnik/> Stand: 10.07.2013
- LORENZ Sebastian: Vergesst 3D und HFR: Hier kommt 4DX, URL: <http://www.robots-and-dragons.de/artikel/vergesst-3d-und-hfr-hier-kommt-4dx> Stand: 05.07.2013
- MARKS Gerold, Performance-Capturing, virtuelle Kamera und stereoskopisches 3D – über die Technik von James Camerons “AVATAR- Aufbruch nach Pandora” URL: <http://www.digitaleleinwand.de/2009/12/29/performance-capturing-virtuelle-kamera-und-stereoskopisches-3d-alles-ueber-die-technik-von-james-camerons-avatar-aufbruch-nach-pandora/> Stand: 10.07.2013
- MARKS Gerold, Peter Jackson erklärt seine Entscheidung für HFR 3D, Kritiker-Meinungen zeigen Tweet sich durchwachsen URL: <http://www.digitaleleinwand.de/2012/12/06/peter-jackson-erklaert-seine-entscheidung-fuer-hfr-3d-kritiker-meinungen-zeigen-sich-durchwachsen/> Stand: 10.07.2013
- MESTER Christian, Kritik: High Frame Rate 48 Frames-per-second 3D (HFR 3D) URL: <http://www.bereitsgesehen.de/kritik/kritikhfr3d.htm> Stand: 10.07.2013
- OESTERLING Jan, "Eventhaus der Zukunft": Wer will das Kino digital? URL: <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/eventhaus-der-zukunft-wer-will-das-kino-digital-a-305026.html> Stand: 10.07.2013
- PESCE Mark, Keep doing that and you'll go blind, URL: <http://www.abc.net.au/unleashed/32814.html> Stand: 03.07.2013
- QUACH Hy Quan: Peter Jackson spricht über das High Frame Rate-Verfahren, URL: <http://www.gamona.de/kino-dvd/der-hobbit-eine-unerwartete-reise,peter-jackson-spricht-ueber-48-hfr:news,2195669.html> Stand: 10.07.2013
- RICHTER Thomas: Der Hobbit im Vergleich der 3D HFR, 3D und 2D Versionen, URL: <http://www.slashcam.de/news/single/Der-Hobbit-im-Vergleich-der-3D-HFR--3D-und-2D-Vers-10336.html> Stand: 10.07.2013

RUPPEL Wolfgang: Veröffentlichungen. URL: <http://www.hs-rm.de/ing/ueber-uns/personen/personen-im-fb-ing/prof-dr-ing-wolfgang-ruppel/ausgewaehlte-veroeffentlichungen/index.html> Stand: 17.07.2013

SMITH Ethan: Das unglaubliche Comeback des toten Rappers Tupac, URL: <http://www.wallstreetjournal.de/article/SB10001424052702303513404577351153486584464.html> Stand: 10.07.2013

TESCHE Siegfried, Honsel Gregor: Die Verwandlung, URL: <http://www.heise.de/tr/artikel/Die-Verwandlung-1860775.html> Stand 10.07.2013

UNBEKANNT, »Avatar«: Kassenhit auch dank perfekter Technik, URL: [http://www.film-tv-video.de/newsdetail.html?&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=38363&no\\_cache=1](http://www.film-tv-video.de/newsdetail.html?&tx_ttnews%5Btt_news%5D=38363&no_cache=1)

UNBEKANNT: 'DER HOBBIT' JETZT IN XX-TRA SCHARF, URL: <http://www.egofm.de/Themen/Entdeckt/Artikel/1255737/Der-Hobbit-jetzt-in-xX-tra-scharf/> Stand: 10.07.2013

YAMATO Jen: The Science of High Frame Rates, Or: Why 'The Hobbit' Looks Bad At 48 FPS URL: <http://movieline.com/2012/12/14/hobbit-high-frame-rate-science-48-f-frames-per-second/> Stand: 10.07.2013

ZIMMER Thomas: Der Hobbit: Wissenschaftler erklärt warum HFR 3D seltsam wirkt URL: <http://www.filmjunkies.de/news/hobbit-wissenschaftler-erklaert-hfr-45358.html> Stand: 10.07.2013

ZÖRNIG Staffen: Kinokritik: Der Hobbit – stark erweitert in 3D und HFR, URL: <http://www.zoernig.de/blog/eintrag/der-hobbit-teil1-3d-hfr-kino> Stand: 10.07.2013

### Videos

UNBEKANNT, So funktioniert 3D ohne Brille, Videoquelle: <http://youtu.be/CJLaum-NA8zM> Stand: 10.07.2013

## Anlagen

- Anlage 1:      Telefonat mit Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Ruppel.      Seite XVI
- Anlage 2:      Broschüre „Die Zukunft des Kinos- gleichmäßig, scharf Seite XVIII  
und erstaunlich.“

**Anlage 1:** Telefonat mit Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Ruppel.**Was halten Sie von den vielen Kritiken?**

Meine Hypothese ist, dass HFR so eine Art Trainingseffekt braucht, und wenn die Leute das öfter gesehen haben, werden sie sich dran gewöhnen und auch als angenehm empfinden. Ich vermute auch, dass gerade die jüngere Generation, die jetzt erst anfängt in die Kinos zu gehen, dass die sich schneller mit Higher Frame Rates anfreunden. Weil es auch viele schon von Videospielen gewöhnt sind, die eigentlich auch solch eine Illusion produzieren, und ich denke, dass die Kritiken, die da kamen, eher ein Problem der traditionellen Kinogänger ist, die dies in dieser Form einfach noch nicht erlebt haben. Dies ist jetzt aber auch nur eine Vermutung.

**Kann man sagen, dass man etwas Unreales durch ein reales Fenster sieht?**

Ja, man sieht was Virtuelles und das kommt einem dann wie die Realität vor und je nachdem vom Bildinhalt kann dies auch Unbehagen auslösen, wobei das bei mir nicht aufkam, ich habe den Hobbit gesehen im HFR Material und ich fand es einfach super realistisch und würde nicht sagen „Hyperrealistisch“ oder irgendwie befremdlich, aber das ist offensichtlich Geschmackssache, da gehen die Kritiken ja weit auseinander.

**Können Symptome wie Kopfschmerzen etc. durch HFR ausgeschlossen werden?**

Die Symptome, die bei manchen Menschen auftreten, nämlich diese Augenprobleme und die Kopfschmerzen haben ganz vielfältige Ursachen. Eine Ursache sind in der Tat schnelle Bewegungen in Verbindung mit Ruckeln. Das haben wir auch in Studien herausgefunden und haben mal Kinobesucher gefragt, die alle den selben Film gesehen hatten, nämlich Avatar damals, ob sie irgendwann während der Spieldauer des Filmes sich mal unwohl gefühlt haben und wenn ja, ob sie sich an bestimmte Szenen erinnern können und da war ein nicht unerheblicher Anteil der Probleme, hatte mit schnelleren Bewegungen im Bild zutun. Und jetzt kann das daran liegen, dass entweder die schnellen Bewegungen selbst die Leute gestört haben, also Stichwort Bewegungskrankheit, also dass das so immersiv gewirkt hat, das die quasi darunter körperlich gelitten haben. Es könnte aber auch durch das Ruckeln verursacht worden sein, das kann man natürlich nicht trennen, wenn die Leute sagen, schnelle Bewegungen, und man hat jetzt natürlich diesen Film nicht in HFR zur Verfügung, um eine Gegenprobe zu machen. Aber es sagen einige, dass schnelle Bewegungen in 3D mit 24 Bildern pro Sekunde in der Tat zu Wahrnehmungsproblemen führen können. Ich halte es auch für nachgewiesen das bei 24 Bildern pro Sekunde der Tiefeneindruck leidet, wenn schnell-

lere Bewegungen auftreten, weil das Ruckeln natürlich auch die tiefen Illusionen beeinträchtigt. Also diese Probleme könnte higher frame rates lösen. Was high frame rate nicht lösen kann, ist der Konvergenz-Akkommodations-Konflikt, das ist genau so wie vorher und technisch schlecht gemachtes 3D kann natürlich auch noch mit HFR auftreten, also sprich ein Übermaß an vertikaler Parallaxe oder ein Tiefenbudget, das dann nicht mehr fusioniert werden kann im Gehirn und das dann zu Doppelbildern führt und ähnlichem, das ist jetzt nicht prinzipiell auf einmal mit high frame rate weg, sondern das kann genau so auftreten.

### **Ist das Bild durch HFR schärfer?**

Das kann man sagen, was bewegte Bilder angeht, bei high frame rate geht's ja eigentlich nur um Bewegung im Bild, und die bewegten Objekte, die werden schärfer abgebildet, weil man eben eine kürzere Belichtungszeit hat.

### **Kann eine höhere Detailfülle gesehen werden?**

Also wenn keine Bewegung im Bild ist, sollte dies eigentlich keinen Unterschied machen. Im Gegenteil also könnte man bei high frame rate und unbewegtem Bildinhalt an manchen Stellen sogar eher verwaschenes Bild haben wenn man schlechte Beleuchtungssituationen hat und da wäre dann die lange Belichtungszeit von den Standardframerates möglicherweise durchaus hilfreich und da sind die High Frame Rate eventuell kritischer. Man braucht tendenziell mehr Licht bei high frame rate am Set.

### **Gibt es mehr kreative Möglichkeiten mit HFR?**

Durchaus, also früher musste immer der director of photography aufpassen dass die Kameraschwenks nicht zu schnell werden oder dass irgendwas durchs Bild saust, was zu schnell war. Da hat man mit HFR halt mehr Möglichkeiten.

### **Viele reden davon, dass Bilder schneller aussehen. Wie kommt das?**

Für einen wichtigen Punkt halte ich den Gewöhnungseffekt. Der ist da nicht zu unterschätzen, und ich glaube, der Peter Jackson hatte halt nur Pech, dass er da jetzt den ersten Film ins Kino gebracht hat, und damit besonders viele Leute auf den Plan gerufen hat denen das jetzt auch beim ersten Angucken nicht gefallen hat und die sich sehr aufgeregt haben.

Anlage 2      Broschüre „Die Zukunft des Kinos- gleichmäßig, scharf und erstaunlich.“

HIGH-FRAME-RATE-TECHNOLOGIE IM ÜBERBLICK FÜR KINOBETREIBER



Die Zukunft des Kinos –  
gleichmäßig, scharf  
und erstaunlich

**CHRISTIE®**

## Die Zukunft des Kinos liegt in High-Frame-Rates

Dank der Einführung des digitalen Kinos kann sich die Filmindustrie endlich zu erschwinglichen Preisen von Produktions- und Abspieltechniken verabschieden, die fast ein Jahrhundert alt sind, und die neue High-Frame-Rate (HFR) sowie 3D-HFR-Technologie begrüßen, die für ein wesentlich realistischeres visuelles Erlebnis sorgen.

HFR-Filme übertreffen die Bildfrequenzen (frame rates), die wir heute im Kino sehen, bei Aufnahme und Wiedergabe um das Doppelte oder mehr, was weniger Flimmern, Bewegungsunschärfe und Ruckeln bedeutet. Die Verbesserungen im Bereich der 3D-Filme werden besonders dramatisch ausfallen, wodurch ultrarealistische Kinoerlebnisse möglich werden und diverse Problemstellen des Formats beseitigt werden können.

Einige der größten Filme der näheren Zukunft – zwei „Herr der Ringe“-Prequels sowie die Fortsetzungen von „Avatar“ – verwenden 3D-HFR. „Avatar“-Regisseur James Cameron führt mit Christie zusammen die weltweite F&E-Kampagne an, um die Branche auf den großen Wechsel vorzubereiten – vom Filmset bis hin zum örtlichen Kinopalast.

HFR bietet Regisseuren und Kameralenten ein völlig neues Medium für ihre Geschichten. Am Set genießen sie ungekannte künstlerische Freiheit mit einer großen Bandbreite neuer Kamerabewegungen. HFR wird sich ebenfalls enorm auf die Möglichkeiten auswirken, Sportveranstaltungen, Theater und Tanz einzufangen und auszustrahlen.

Christie ist Branchenführer in der Entwicklung der HFR-Technologie und wird in Kürze einen Übergangsplan für Kinobetreiber herausgeben.

Der Wettlauf darum, Kinobetreiber umfassend auf die HFR-basierten Kinoerlebnisse vorzubereiten, die Ende 2012 herauskommen, hat begonnen. Für die Kinobranche bedeutet die Umsetzung von HFR zufriedenere Kunden, vollere Säle und messbar höhere Gewinne. Außerdem entsteht ein insgesamt verbessertes Produkt und die Geschäftschancen für alternative Inhalte, die bereits jetzt mit High-Frame-Rates zur Verfügung stehen, werden gesteigert.

In dieser Einführung beleuchten wir für Sie den Hintergrund der Bildfrequenzen und ihrer technologischen Grundlagen, legen einige Schwierigkeiten und Herausforderungen dar, die vor der Branche liegen, zeigen auf, wohin der Weg führt und demonstrieren zum Abschluss, wie einfach es für Kunden von Christie ist, Teil der HFR-Evolution zu sein.

### Hintergrund

#### Eine handbetriebene Geschichte

Die Bildfrequenz bezeichnet die Anzahl an Bildern, welche ein Projektor pro Sekunde anzeigen kann. In den Anfangstagen des Kinos wurden Stummfilme mit handbetriebenen Kameras bei einer Bildfrequenz von 14 bis 24 Bildern pro Sekunde (fps) gedreht und bei etwa derselben Geschwindigkeit abgespielt.

Als die „Talkies“ das Licht der Welt erblickten und die Stummfilmära zu Ende ging, wurde eine gleichmäßige Wiedergabegeschwindigkeit nötig, um die Tonspur der Filme im Einklang mit den Bildern zu halten. Mehr Bilder zu verwenden führte zu erhöhten Kosten für Film und Produktion, und die Studioinhaber stellten fest, dass 24 Bilder pro Sekunde die günstigste gerade noch akzeptable Bildfrequenz waren, um die neuartigen „sprechenden“ Filme mit einigermaßen gleichmäßiger Bewegung zu zeigen.

Beinahe ein Jahrhundert später existiert dieser Standard von 24 fps nach wie vor. Seit Ende der 1920er-Jahre werden Projektoren verwendet, welche mit Verschlusssystemen arbeiten, die dasselbe Bild zwei- bis dreimal anzeigen, um die gesamte Bildfrequenz zu erhöhen. Durch diese Technik wird das Flimmern, welches die Zuschauer andernfalls sehen würden, erheblich reduziert – für die Darstellung der schnellen Bewegungen in Actionfilmen oder Panoramaschwenks ist die Technik jedoch bei Weitem nicht schnell genug.

Das Ruckeln, das Teil der regulären Filmproduktion geworden ist, wird in 3D noch betont, da die Augen der Zuschauer besonders stark auf das Verarbeiten von Bewegungen konzentriert sind.

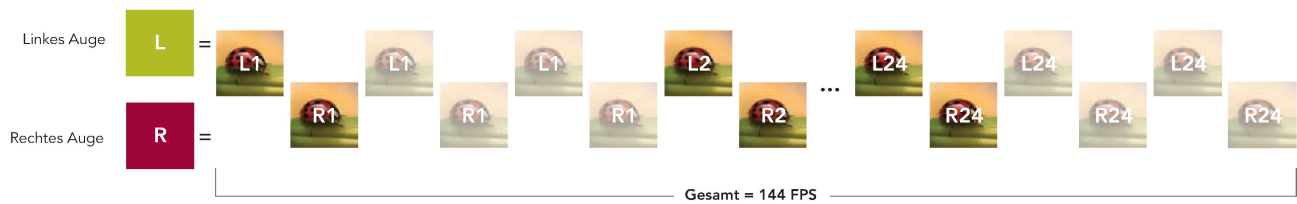
#### Wie funktionieren Bildfrequenzen im digitalen 3D-Kino

Bei Ein-Projektorlösungen werden abwechselnd Bilder für das rechte und linke Auge der Zuschauer gezeigt, die ausgestattet mit einer 3D-Brille – entweder eine Polfilter-, Shutter- oder Interferenzfilterbrille – das dreidimensionale Bild sehen.

Bei 3D-Filmen, die bereits im Kino laufen, zeigt die aktuelle Generation von DLP® Cinema™-Projektoren die Filme mit 24 Bildern pro Sekunde, projiziert aber eigentlich jedes Bild dreimal (Triple-Flash). Durch das Triple-Flashing sehen die Zuschauer eigentlich 144 Bilder pro Sekunde. Das Flashing wird durchgeführt, um eine Wahrnehmung der sequenziellen Abfolge der Bilder (und damit eine Ablenkung) auszuschließen.

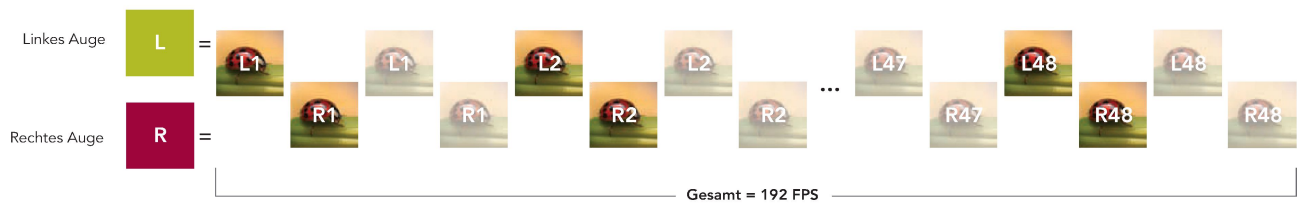
Obwohl man noch nicht wissen kann, ob die mehrfache Bildprojektion bei Inhalten mit hohen Bildfrequenzen (HFR) ebenso wichtig sein wird, wird die dafür notwendige Technologie in jeden HFR-fähigen Christie-Projektor eingebaut. Neue 3D-Filme, die mit hohen Bildfrequenzen gedreht werden, werden dann von den Projektoren mit Double-Flashing projiziert, um jede Spur eines Flimmerns zu beseitigen. Fans, die sich einen Film ansehen, der mit 48 fps produziert wurde, würden das gleiche Bild zweimal pro Sekunde projiziert sehen, was 96 fps für jedes Auge und 192 fps insgesamt ergäbe.





#### ▲ Triple flashing

Um 3D bei normaler Bildfrequenz möglichst ohne Störfaktoren für den Zuschauer zu projizieren, zeigt der Projektor als „flash“ ein Bild pro Auge, und dies bei dreifacher Geschwindigkeit. Diese Verdreifachung der Bildfrequenz (von 24 fps pro Auge auf 144 fps pro Auge) erzeugt einen geschmeidigeren Ablauf und stellt Inhalte in normaler Bildfrequenz mit der bestmöglichen Bewegungswiedergabe dar.



#### ▲ Double flashing

Bei Spielfilmen, die mit hohen Bildfrequenzen gedreht und produziert werden, erzeugen HFR-fähige Projektoren „double flash“ bzw. duplizieren jedes Bild. Dies erhöht die gesamte Bildzahl auf 192 fps oder 240 fps, ohne die Wiederholungsanzahl zu erhöhen. Dadurch wird jede Spur von Flimmern, Flackern und Ruckeln beseitigt und das Filmserlebnis wird wesentlich mitreißender und eindrucksvoller.

Wenn die Filme mit 60 fps produziert und dann mit Double-Flashing gezeigt werden, würde dies bedeuten, dass Kinogänger einen 3D-Film mit ultra-geschmeidigen 240 fps sehen können.

Die Fernsehindustrie verwendet bereits viel höhere Bildfrequenzen, die zwischen 50 und 60 Bildern pro Sekunde liegen, wobei einige dieser Standards aus den 1940er-Jahren stammen. Konsumenten mit HD-Diensten und HD Fernsehern sind heute daran gewöhnt, Inhalte zu sehen, die extrem geschmeidige Bewegungen und klare, lebendige Details liefern. Sport- und Live-Veranstaltungen werden heute routinemäßig in HD mit hoher Bildfrequenz aufgezeichnet und übertragen und steigern damit die Erwartungen der Zuschauer.

#### 24 fps hat seine Anhänger und Gegner

Der Jahrzehnte alte 24-fps-Standard wird von Filmpuristen sehr geliebt, denn sie sagen, dass er eine Tiefe, Körnigkeit und Tönung liefert, welche die Filme besonders macht und mit digitaler Videotechnik nicht zu erzeugen ist. Sie halten genauso an 24 fps fest wie Audiophile am Klang und an der Wärme von 2-Zoll-Magnetband und alten Schallplatten mit 33 UpM. Die Digitaltechnik beseitigt die Fehler, die solche Formate zulassen; jedoch auf Kosten des Charakters.

Der Begriff „Seifenoperneffekt“ wurde spöttisch verwendet, um die Wahrnehmung der Filmpuristen hinsichtlich der coolen, sterilen Bilder zu beschreiben, welche die Digitaltechnik ihrer Meinung nach mit sich bringt.

Doch der Erfolg von Hollywood, Bollywood und Filmemachern auf der ganzen Welt hat wenig zu tun mit stimmungsvollen Arthousefilmen. Die größten Blockbuster sind gewöhnlich Filme, bei denen es um eindringliche Erfahrungen und Realitätsflucht geht – große, dynamische Action-Filme.

Bei Verwendung der herkömmlichen Bildfrequenzen werden die Fehler von 24 fps verstärkt und das Gesamtkinoerlebnis wird beeinträchtigt.

Filme, die mit 24 fps gedreht und geliefert werden, haben hartnäckige Probleme mit flimmernden und stotternden Bildern, die von der technischen Seite des Filmgeschäfts Strobings (Flackern) und Judder (Ruckeln) genannt werden. Bei nur 24 fps werden schnelle schwenkende und abrupte Kamerabewegungen, die ein kritischer Teil jedes Blockbusters sind, durch die sich ergebenden Bildfehler stark eingeschränkt. Die Filmmacher unternehmen große Anstrengungen, um diese Effekte zu überwinden und verwenden sogar Unschärfefekte, damit die Bewegungen weicher aussehen.

Noch schlimmer ist, dass bewegliche Objekte mit der relativ langen Belichtungszeit einer 180-Grad-Kamerablende mit 24 fps häufig eine „bewegungsunscharfe“ Erscheinung annehmen, da ihre Position innerhalb eines Bildes in mehreren Positionen aufgenommen wird.

Wenn ein Film in 3D gedreht und gezeigt wird, werden die Fehler von 24 fps wegen der technischen Herausforderungen und dem bloßen Volumen der Bilddaten, die verarbeitet und durch die Projektoren auf die Leinwände geschickt werden, sogar noch offensichtlicher. Hohe Bildfrequenzen, so wird argumentiert, minimieren oder verhindern die Bewegungsunschärfe, das Ruckeln und Flackern, das das Publikum heute sieht.

Was den Filmstil betrifft, argumentieren berühmte Regisseure wie James Cameron („Avatar“), dass es beim Filmstil um viel mehr als nur um Bildfrequenzen geht. Es geht darum, wie Szenen beleuchtet werden und um die Winkel der Blenden.



▲ High Frame Rate Technologie reduziert die durch die 24 fps Standardprojektion verursachten Artefakte: Motion Blur (Abbildung oben), Ruckeln und Flackern aufgrund schneller Bewegungen und Kameraschwenks.

## HFR im Kino

### Hohe Bildfrequenzen sind gefragt

Filmmacher fordern heute die Filmindustrie auf, HFR-Standards einzuführen, die Bewegungsunschärfe, Ruckeln und Flackern reduzieren, die heute noch häufig auftreten, und stattdessen verbesserte/eindringliche 2D- und 3D-Erlebnisse für Kinogänger zu liefern. Die höheren Bildfrequenzen geben ihnen die Mittel und die Plattform, die sie brauchen, um kreative Ideen voll zu realisieren.

Filmmacher sagen auch, dass der erstaunliche Realismus, den die hohen Bildfrequenzen durch reibungslose Action-Drehs, Kameraschwenks und scharfe Bilder erzeugen, die Leute in die Kinos ziehen wird, da ihnen Erlebnisse geboten werden, die Fernsehen, Spiele oder andere Unterhaltungsmedien nicht leisten können.

Für Kinobetreiber bedeuten die hohen Bildfrequenzen die Möglichkeit, ein neues Niveau des Kinoerlebnisses anzubieten und aus möglichen Zuschlägen höhere Einnahmen zu erzielen. Denn eine verbesserte Bestuhlung und Ausstattung, die in vielen Kinos eingeführt wurde, kann potenziell durch den Verkauf von hochwertigen visuellen Erlebnissen mit HFR ausgerüsteten Filmtheatern ausgeglichen werden.

### HFR in der Produktion

Die Regisseure hinter einigen der größten Hollywood-Kassenschlager sehen höhere Bildfrequenzen nicht als die Zukunft, sondern als die Gegenwart. Der „Herr der Ringe“-Regisseur Peter Jackson dreht zurzeit eine zweiteilige Filmadaptation von „The Hobbit“ mit 48 fps und in 3D. Der erste der beiden Teile soll im Dezember 2012 in die Kinos kommen.

Jackson erklärte, dass nun sogar einige der 24-fps-Filmpuristen aus seinem Team von den

komfortableren, realistischeren Kinobildern überzeugt sind, die durch das Drehen mit hohen Bildfrequenzen ermöglicht wurden. Er vergleicht die Einführung der hohen Bildfrequenzen mit der Zeit, als CDs auf den Markt kamen und das unvermeidliche Ende der Schallplatten einläuteten.

Sein Regiekollege James Cameron, ein ausgesprochener Befürworter der hohen Bildfrequenzen, sagte, dass die 3D-Fortsetzungen von „Avatar“ mit hohen Bildfrequenzen gedreht werden. Sachkundige Filmtechnikfans spekulieren, dass Teil 2 und 3 von „Avatar“ Anfang 2012 oder 2013 mit 60 fps gedreht werden.

Weitere HFR-Filmprojekte werden zweifellos folgen, und außerhalb des Films haben Kinobetreiber mit der Vorführung alternativer Inhalte wie Aufführungen der New York City Opera eine neu entstehende Einnahmequelle. Die Einnahmen aus solchen Veranstaltungen sind als Prozentsatz des Gesamtgeschäfts gering, jedoch für Kinobetreiber dennoch von Bedeutung.

Nichtsdestotrotz können sich die aktuellen Grenzen der Technologie auf dieses Geschäft auswirken. Auch wenn die Klarheit, Farb- und Bildqualität, die die Leute im Kino sehen, über die des Heimkinos hinausgeht, kann die Wahrnehmung schneller Action-Szenen einfach nicht ohne die HFR-Technologie auf großen Leinwänden erzeugt werden.

### Die sich ändernden Geschäftsbedürfnisse des digitalen Kinos

Die großen Filmstudios, welche die Kostenersparnis und die Klarheit wollen, die mit der Kompatibilität einher gehen, haben vor rund zehn Jahren ein Joint Venture gegründet und mit der Entwicklung der Standards der

Digital Cinema Initiatives (oder DCI) für das digitale Kinogeschäft begonnen, die für die gesamte Kette von den Produktionshäusern bis hin zu den Herstellern und Kinobetreibern gelten sollen.

Diese DCI-Standards beschäftigten sich mit Parametern wie Auflösungen und Codier-Bitraten sowie Bildfrequenzen. Sowohl 24 als auch 48 fps sind nun DCI-Standards, so wie 48 fps (24 fps/Auge) für 3D. Standards sind gut, aber einige Herausforderungen bleiben. Der DCI-Standard für 3D hat Regisseure enttäuscht, die Fehler im fertigen Produkt sehen, die durch die traditionellen Bildfrequenzen hervorgerufen werden. Die beiden größten 3D-Filme mit hohen Bildfrequenzen, die zurzeit in verschiedenen Phasen der Produktion sind, „The Hobbit“ und „Avatar 2“, werden mit höheren und etwas unterschiedlichen Bildfrequenzen gedreht.

Außerdem gibt es bisher nur eingeschränkte Erfahrungen und wenige Standards für die eigentliche Produktion oder die Vorführung von Filmen mit hohen Bildfrequenzen. Christie® arbeitet mit mehreren Filmforschungsgruppen zusammen, um die Verwendung von hohen Bildfrequenzen im Kino zu untersuchen und bei der Aufstellung von Regeln für eine optimale Praxis in der Branche mitzuwirken.

Da die Technologie noch sehr neu und in der Entwicklung begriffen ist, sind sich die Kinobetreiber unklar darüber, was sie tun müssen und was das kosten könnte. Während sie einerseits verstehen, dass hohe Bildfrequenzen keinen umfassenden Technologiewandel wie die Umstellung von analog auf digital darstellen, erwarten sie dennoch finanzielle Auswirkungen.

## „Wenn ein 3D-Film so ist, als würde man durch ein Fenster sehen, haben wir [nunmehr] die Glasscheibe aus dem Fenster entfernt und blicken direkt auf die Realität.“

„Avatar“-Regisseur James Cameron zu High-Frame-Rate-Filmen

Wie hohe Bildfrequenzen sich heute einfügen  
Projektionssysteme für das digitale Kino haben drei wesentliche Hardwarekomponenten:

- ① Ein Speichermedium, auf dem der Inhalt (wie Hauptfilme, Trailer, alternative Inhalte und verwandte Medien) gespeichert sind
- ② Einen Media Block, der den Inhalt während der Wiedergabe entschlüsselt, decodiert und formatiert
- ③ Den digitalen Kinoprojektor, der die Bilder auf die Leinwand projiziert

Bislang waren das Speichermedium und der Media Block physisch vom Projektor getrennt und in einem Gerät untergebracht, dem sogenannten Server. Zwischen dem Server und dem Projektor gibt es eine duale HD-SDI-Kabelverbindung, die die Videodaten transportiert. Diese Verbindung ist eigentlich ein Engpass, der durch das bloße Volumen der unkomprimierten Videodaten verursacht wird, die vom Server zum Projektor transportiert werden müssen. Sogar mit den heutigen Inhalten in 3D mit 24 fps pro Auge muss die Hälfte der Farbinformation gelöscht werden, damit alle Videodaten durch diese Schnittstelle gelangen können. Einige Beobachter behaupten, dass die Auswirkungen auf das Bild minimal sind, aber es erfolgt dennoch eine Beeinträchtigung der Qualität.

Bei Kinoinhalten mit hoher Bildfrequenz gibt es so viele Daten, dass die Bildinhalte auf keinen Fall über diese Kabelschnittstelle transportiert werden können.

Der beste Weg, mit dem Engpass umzugehen, ist, ihn zu beseitigen, und zwar durch eine integrierte Media Block (IMB)-Architektur, die den Media Block physisch in den Projektor stellt. Inhalte mit hoher Bildfrequenz würden

dann direkt zum Projektor gelangen, und das vollkommen unbeschadet und unter Verwendung aller für den Film verfügbaren Farbinformationen.

Wenn Kinos unter Verwendung der jetzigen digitalen Kinoprojektionstechnik alternative 3D-Inhalte wie Live-Sportveranstaltungen und Konzerte zeigen, sind die Projektoren für 24 fps pro Auge eingerichtet und können aktuell nicht die hohen Bildfrequenzen mit HD-Auflösungen unterstützen, die viele heute schon auf HD-TVs in ihren Wohnzimmern sehen.

### Fortschritt mit Christie

Christie bietet eine einfache Lösung in zwei Schritten, welche seinen Kinobetreibern Zugang zu sämtlichen Vorteilen der HFR-Entwicklung bietet, die sich aktuell im digitalen Kino ereignet.

- ① Zunächst haben wir eine Software entwickelt, die jeden vorhandenen Christie-Kinoprojektor sowie auch neuartige der Serie 2 für alternative HFR-Inhalte bereitmacht, beispielsweise für Live-Sportveranstaltungen oder Konzerte. Das Upgrade auf die Firmware-Version Christie Solaria™ 2.2 erfordert keinerlei Ausfallzeiten bei der Umstellung. Durchgeführt wird das Upgrade entweder von einem Technikpartner vor Ort oder per Download auf einen USB-Stick in einigen simplen Schritten vom Kinobetreiber selbst.

Das Firmware-Upgrade erlaubt es dem Projektor, Videoinhalte mit höheren Bildfrequenzen als denjenigen von herkömmlichen Kinoinhalten zu empfangen und durch die Videoleitung zu transportieren, wobei die Bilder auf der Leinwand originalgetreu oder sogar verbessert ankommen. Sowohl Kinofilme

als auch alternative Inhalte werden mit 48 bzw. 60 fps pro Auge wiedergegeben.

Die Software stellt außerdem ein neues Werkzeug im komplexen und stark von Zusammenarbeit geprägten Post-Production-Prozess für HFR-Filme in 2D und 3D dar. Jeder Beteiligte im Produktionsablauf kann dasselbe DCI-Leinwandumfeld erzeugen, ohne sich mit umständlichem Digitalkino-Packaging und Sicherheitsabläufen auseinandersetzen zu müssen.

- ② Kinobetreiber müssen sich für einen HFR-fähigen Integrated Media Block (IMB) entscheiden. Anfang 2012, Monate vor dem Anlauf der ersten 3D-HFR-Veröffentlichungen, wird Christie einen HFR-IMB bereitstellen, der zu jedem Solaria-Projektor der Serie 2 passt, der bereits erhältlich ist. Dieser IMB beseitigt den Bedarf für das HD-SDI-Kabel und setzt somit dem Engpass-Problem für Datenströme ein Ende. Weiterhin fördert er die Datensicherheit, da die Entschlüsselung innerhalb des Projektors stattfindet – fernab jeglicher Anschlusselemente, welche zur Manipulation verführen könnten. Er wurde so entwickelt, dass er sich perfekt in die HFR-Software des Projektors einfügt.

Bei dem IMB-Modul handelt es sich um eine Platine, die in eine bereits vorgefertigte Anschlussstelle passt, welche in Projektoren der Christie-Solaria-Serie 2 integriert ist. Der Technikpartner oder Kinobetreiber öffnet zum Einbau schlicht eine Blende und klinkt das Modul ein, wiederum mit minimaler Ausfallzeit.



Vom Regisseur bevorzugt:

## James Cameron arbeitet mit Christie an der 3D-HFR-Entwicklung

Christie ist die treibende Kraft in der Entwicklung des 3D-HFR-Digitalkinos vom Konzept bis zur Markteinführung, stets in Zusammenarbeit mit technischen Partnern aus der Branche sowie dem prominentesten Fürsprecher der Technologie, „Avatar“-Regisseur James Cameron.

Christie und Camerons „Lightstorm Entertainment“ unterhalten seit langem eine Partnerschaft für Forschung, Tests und technischen Support für den Fortschritt in Richtung 3D-HFR. Im März arbeitete Cameron mit Christie und weiteren technischen Partnern im Zuge der CinemaCon 2011 an der Vorführung eines Konzeptnachweises in Form von Bildmaterial, das er in verschiedenen Bildfrequenzen gedreht hatte.

Szenen eines mittelalterlichen Festbanketts sowie eines Schwertkampfes wurden nacheinander in 3D gezeigt, erst mit 24 fps, dann mit 48 und schließlich mit 60. Verschiedene Versionen derselben Einstellungen wurden gezeigt, um die Auswirkungen von HFR auf einige der größten visuellen Schwierigkeiten für Kameralleute zu demonstrieren.

In diesem Aufbau wurden zwei Projektoren und eine Vielzahl spezieller Konfigurationen verwendet, doch die visuellen Unterschiede und Auswirkungen von 3D-HFR wurden anschaulich dargestellt. Es gab kein Flackern mehr, Actioneinstellungen liefen geschmeidig ab und bei Panoramaeinstellungen war das Bild wesentlich klarer.

Ein technischer Journalist, der zur Vorführung eingeladen war, beschreibt den Sprung von 24 auf 28 fps als erstaunlich.

Einige Monate später organisierte Christie die weltweit erste Vorführung von 3D-HFR für ein großes Publikum, wobei ein einzelner digitaler Kinoprojektor verwendet wurde. In der Vorführung auf der IBC-Messe in Amsterdam kamen ein Christie Solaria CP2230 sowie weitere aktuelle Komponenten zum Einsatz, um Aufnahmen des berühmten Reiterensembles Cavalia in Aktion zu zeigen – in 3D, mit vollem HD und 60 fps. Unmittelbar nach dieser Christie-Vorführung verwendete Cameron Ausrüstung von Christie, um auf der IBC eine Publikumsdemonstration zum 3D-Geschäft sowie neue 3D-Inhalte zu „Titanic“ und „Cirqe du Soleil“ zu zeigen.



▲ Kathryn Cress, George Scheckel und Craig Sholder von Christie, mit James Cameron auf der CinemaCon 2011.

Foto: Ryan Miller/Capture Imaging

### Die Geschäftschance

#### Der stetige Aufstieg von 3D

Das digitale Kino sowie die 3D-Projektionsfähigkeit fanden in den letzten zwei Jahren explosionsartige Verbreitung in Nordamerika sowie weltweit. Die National Association of Theater Owners (NATO) in den USA gab in ihrem jährlichen Bericht zur Lage in der Branche im Frühjahr 2011 an, von 39 000 Kinosälen seien nunmehr 16 000 digitalisiert; hiervon wiederum seien beinahe 9 000 für 3D vorbereitet. Kinobetreiber erwarten in den USA für die Zukunft eine Umstellung von 600 Sälen im Monat auf 3D-fähiges Digitalkino.

Auf weltweiter Ebene ist der Trend derselbe. Texas Instruments, Hersteller der DLP®-Technologie (Digital Light Processing), welche bei den meisten digitalen Kinoprojektoren zum Einsatz kommt, gab Ende August 2011 bekannt, dass 44 700 digitale Kinosysteme aktiv waren, davon sind zwei Drittel 3D-fähig.

Dieser rasante Übergang wird von zwei Faktoren beschleunigt. Zunächst wird davon ausgegangen, dass analoge Filmkopien ab Anfang 2014 kaum mehr verfügbar sein werden. Gleichzeitig jedoch sind die Erlöse von 3D-Vorführungen der Motor an den Ticketkassen der Filmstudios. Die Erlöse aus 3D-Vorstellungen machten im letzten Jahr 21% der Gesamteinnahmen in den USA aus. In Dollar gerechnet erzielten 3D-Filme im Jahr 2010 2,2 Mrd. \$ von 10,56 Mrd. \$ Gesamteinnahmen an den Ticketkassen – eine verblüffende Steigerung von 91% gegenüber dem Jahr 2009.

Von 165 2D-Filmen, die 2010 mehr als 1 Mio. \$ erzielten, waren neun unter den Top 20 der erfolgreichsten Filme des Jahres – der Rest waren 3D-Filme, obwohl insgesamt nur 21 Filme in 2D/3D veröffentlicht wurden.

Im Hinblick auf diese Ergebnisse gehen nun immer mehr 3D-Filme in Produktion. Für 2010 waren 25 3D-Filme angesetzt; 2011 sind es schon 47.

## Fazit

### Ein Zug mit Hochgeschwindigkeit

Digitales Kino hat sich zu einem Hochgeschwindigkeitszug gemausert, welcher nicht mehr aufzuhalten ist und dessen Antrieb in den Kassenerlösen von Filmen in 3D besteht. Die beiden mit der meisten Spannung erwarteten Filme der näheren Zukunft werden in 3D-HFR gedreht. Bei den immens hohen Bildfrequenzen locken Filme sowohl in 2D als auch in 3D mit einer nie zuvor auf der Leinwand erlebten Kinoerfahrung. Für Filmfreunde ist es ein Leckerbissen, für Kinobetreiber eine große Chance.

Neben der einfachen Anziehungskraft von „Must-See“-Filmen ermöglicht ein neuer, höherer Standard des Kinobesuchs nach oben angepasste Ticketpreise. Mit der richtigen Herangehensweise stellen mit Spannung erwartete 3D-HFR-Filme eine Chance für Zuschläge auf Eintrittspreise dar.

Die Marktforschungsagentur Ipsos Media CT führte kürzlich eine Umfrage unter Kinobesuchern durch und kam zu dem Ergebnis, dass die Konsumenten mit höheren Preisen rechnen und durchaus bereit sind, diese zu bezahlen, um ein Kinoerlebnis erster Güte zu erhalten.

Immer mehr Filmemacher werden den Erwartungen nach in Zukunft die Produktion ihrer Blockbuster mit den neuen Bildfrequenzen ankündigen, was durch die zunehmende Verlagerung der Diskussion zum Thema von Fachkreisen in die Kinositze noch beschleunigt werden dürfte – spätestens wenn das Kinopublikum „The Hobbit“ in 48fps und 3D zu Gesicht bekommt.

Der Übergang zu HFR ist die Zukunft des Kinobesuchs, und zwar für jeden Beteiligten, vom visionären Regisseur bis hin zu den Menschen, die sich jeden Freitagabend für eine Unterhaltungsmöglichkeit entscheiden.

HFR wird eine nie zuvor gesehene Bildqualität auf die großen Leinwände bringen und mit aller Wahrscheinlichkeit viele Pessimisten, die derzeit die Schwächen aktueller 3D-Projektionen (wie Flackern oder Ruckeln) anprangern und 3D als vorübergehende Modeerscheinung abtun, zum Schweigen bringen.

Für die Macher großer Filme ist HFR das Ende vieler Kompromisse und Enttäuschungen bei der Produktion und ermöglicht die vollständige Umsetzung ihrer Visionen.

Für Kinobetreiber bedeutet HFR die Verstärkung und Steigerung des Wunsches, neue Filme sofort und auf der Kinoleinwand zu sehen. Bei mit Spannung erwarteten Filmen sind Preiserhöhungen für das Publikum eine realistische, begründete Maßnahme.

Christie hat sich die Entwicklung und Unterstützung fortschrittlicher Kinotechnologien zum Ziel gesetzt. Dank ständiger F&E und starker Verbindungen zur Filmgemeinde wird Christie von Regisseuren bevorzugt, wenn es um die gemeinschaftliche Weiterentwicklung der HFR-Technologie geht. Wir haben die Chance erkannt, ebenso wie die technologischen Herausforderungen dieses Quantensprungs im Transfer visueller Information auf die Leinwand.

Dank des Hintergrundwissens von Christie, seinen Partnerschaften sowie einer langen Erfolgsgeschichte im Bereich erstklassiger Technologie wissen Kinobetreiber, dass sie selbst keine HFR-Experten werden müssen, um die Technologie zu verstehen und zu ihrem Vorteil zu nutzen. Wir leisten, wie wir es stets getan haben, für das gesamte Ökosystem Film die dazu nötige Arbeit.

HFR ist ein großer Moment für das Filmgeschäft, doch wir finden, für unsere Kunden muss daraus kein großer Arbeits- oder Kostenaufwand entstehen. Die Investitionen in unsere Technologie sind zukunftsicher und wir haben einen klaren Fahrplan sowie simple Upgrade-Abläufe konzipiert, damit unsere kinobetreibenden Kunden der Filmindustrie immer einen Schritt voraus sind.

Weitere Informationen zu den Software Upgrades der Solaria-Serie, der Virtual Print Fee (VPF) von Christie zur Finanzierung des Wechsels auf HFR-bereite Projektoren für 2D und 3D sowie anderen Aspekten des HFR-Programms von Christie erhalten Sie von Ihrem Christie-Ansprechpartner vor Ort.

**Unternehmenszentrale**

Christie Digital Systems USA, Inc.  
USA – Cypress  
tel: 714 236 8610

Christie Digital Systems Canada Inc.  
Canada – Kitchener  
tel: 519 744 8005

**Unabhängige  
Vertriebsniederlassung**

Italien  
tel: +39 (0) 2 9902 1161

Südafrika  
tel: +27 (0) 317 671 347

**Weltweite Niederlassungen**

Großbritannien  
tel: +44 (0) 118 977 8000

Deutschland  
tel: +49 2161 664540

Frankreich  
tel: +33 (0) 1 41 21 44 04

Spanien  
tel: +34 91 633 9990

Osteuropa und Russische  
Föderation  
tel: +36 (0) 1 47 48 100

Dubai  
(Vereinigte Arabische Emirate)  
tel: +971 (0) 4 299 7575

Indien  
tel: (080) 41468940

Singapur  
tel: +65 6877 8737

China (Shanghai)  
tel: +86 21 6278 7708

China (Beijing)  
tel: +86 10 6561 0240

Japan (Tokio)  
tel: 81 3 3599 7481

Korea (Seoul)  
tel: +82 2 702 1601



Für die aktuellsten Informationen zu Spezifikationen besuchen Sie bitte [www.christiedigital.com](http://www.christiedigital.com)

Copyright 2011 Christie Digital Systems USA, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Alle Markennamen und Produktnamen sind Marken, eingetragene Marken oder Handelsnamen ihrer jeweiligen Inhaber. Das Managementsystem von Christie Digital Systems Canada Inc. ist nach ISO 9001 und ISO 14001 eingetragen. Leistungsspezifikationen sind typische Werte. Aufgrund der laufenden Forschung können Spezifikationen ohne Ankündigung geändert werden. Gedruckt in Kanada auf Recyclingpapier. 3101 Okt 11

**CHRISTIE®**

## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

---

Ort, den TT. Monat JJJJ

Vorname Nachname